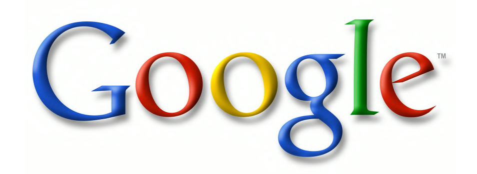
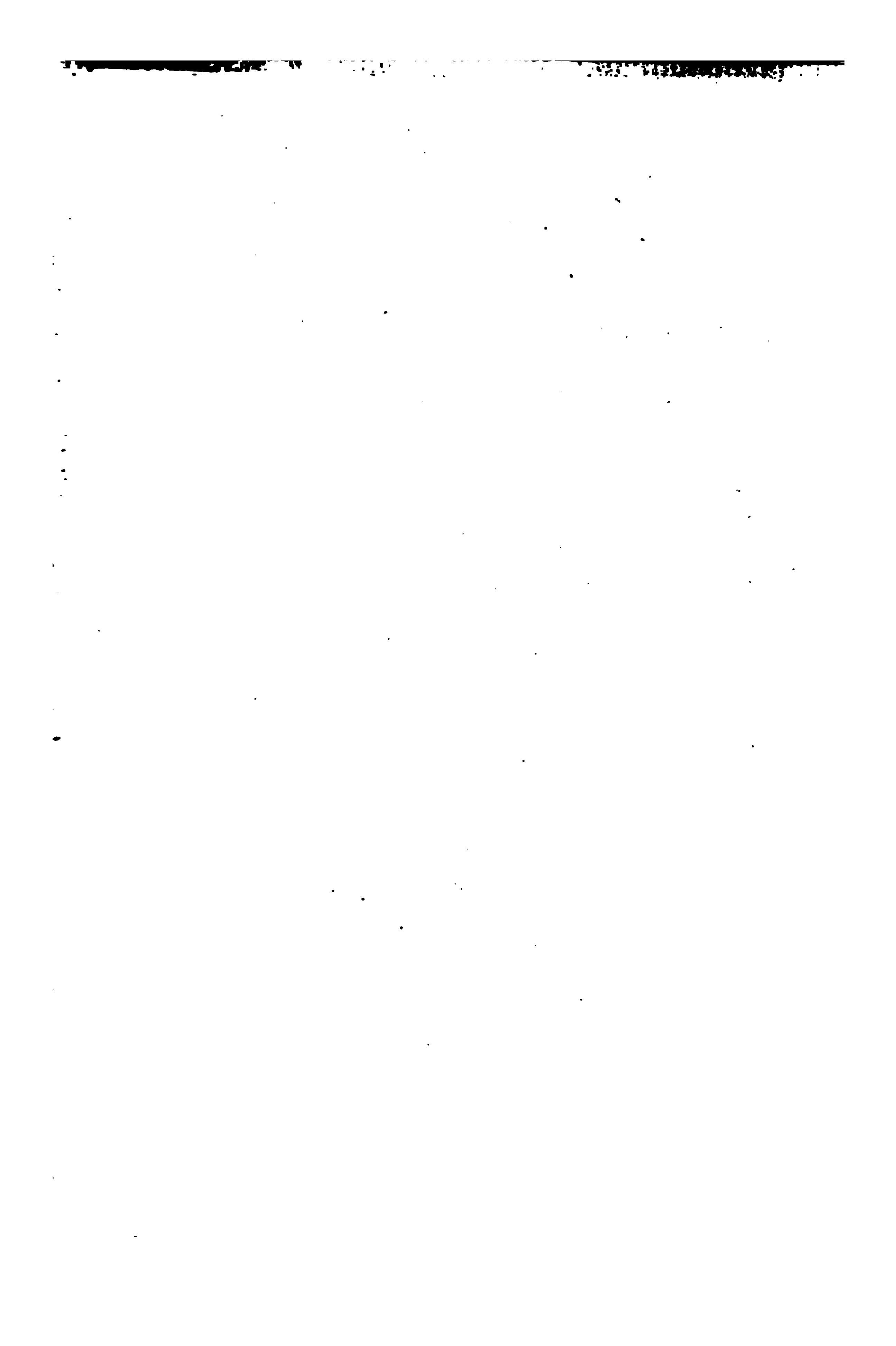








ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

(BEGRÜNDET VON MAX v. PETTENKOFER.)

UNTER MITWIRKUNG

VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Dr. E. CRAMER, Heidelberg; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Moskau; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Prof. Dr. A. HILGER, München; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. F. KRATSCHMER, Wien; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Prof. Dr. L. PFEIFFER, Rostock; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. W. PRAUSNITZ, Graz; Prof. Dr. F. RENK, Dresden; Prof. Dr. SCHOTTELIUS, Freiburg i. B.; Oberstabsarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. G. WOLFFHÜGEL, Göttingen.

HERAUSGEGEBEN

VON

H. BUCHNER, J. FORSTER, M. GRUBER, FR. HOFMANN, M. RUBNER,

O. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

MÜNCHEN STRASSBURG WIEN LEIPZIG BERLIN.

SIEBENUNDZWANZIGSTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

1896.


APR 5 1897
LIBRARY

Inhalt.

	Seite
Hygienische Studien über Kupfer. IV. Der Kupfergehalt von Pflanzen und Thieren in kupferreichen Gegenden. Von Prof. Dr. K. B. Lehmann. (Aus dem hygienischen Institut in Würzburg) . .	1
Untersuchungen über die Genauigkeit des Winkler'schen Verfahrens zur Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes im Vergleich mit der gasometrischen Methode. Von Dr. G. W. Chlopin. (Aus dem hygienischen Institut der Universität in Moskau)	18
Ueber Darmfäulnis nach Verfütterung von Fleisch tuberculöser Rinder. Von Dr. Kutscher, Assistenten am Institut. (Aus dem hygien. Institute der Universität Berlin)	34
Apparat zur Demonstration der Luftdurchgängigkeit von Kleidungsstoffen. Von Max Rubner. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.) (Mit 1 Figur)	41
Sphärometer mit variirbarer Belastung. Von Max Rubner. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.) (Mit 2 Figuren) .	44
Apparat zur Demonstration der Comprimirbarkeit der menschlichen Bekleidungsstoffe. Von M. Rubner. (Aus dem hygien. Institut der Universität Berlin.) (Mit 1 Figur)	49
Die Comprimirbarkeit der Kleidungsstoffe im trockenen Zustande und bei Gegenwart von Feuchtigkeit. Von Max Rubner. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin)	51
Zur Bilanz unserer Wärmeökonomie. Von M. Rubner. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin)	69
Ueber einige wichtige physikalische Eigenschaften der Kreppstoffe. Von Max Rubner. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.) (Mit 1 Tafel)	78
Notiz über die hygienische Bedeutung von Sammtstoffen. Von Max Rubner. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin)	102
Ueber das Wärmeleitungsvermögen der zur Militärkleidung dienenden Stoffe. Von Dr. Hermann Grimm und Dr. Curt v. Bültzingslöwen. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin)	105

Seite

Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung einiger Kinder-Nahrungsmittel, nebst kurzen Angaben über die chemischen Untersuchungs-Methoden derselben und den gegenwärtigen Stand der Frage der künstlichen Kinder-Ernährung. Von Magister Magnus Blauberg, cand. med. (Aus dem hygien. Institute in Würzburg) 119

Ueber die Ausnützung der sogenannten »Kuttelflecke« im Darmcanal des Menschen. Von Dr. P. Solomin. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin) 176

Betrachtungen zur Frage der Abwasserreinigung. Von Gustav Grether. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin) 189

Ueber die Wirkung der stickstoffwasserstoffsauren Salze auf pflanzliche Mikroorganismen. Von A. Schattenfroh. (Aus dem hygienischen Institute der Universität München) 231

Ueber die Beziehungen der Phagocytose zur Alexinwirkung bei Sprosspilzen und Bacterien. Von A. Schattenfroh. (Aus dem hygienischen Institute der Universität München) 234

Ueber die Permeabilität der Kleidungsstoffe. Von Max Rubner. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin) 249

Das Wasserwerk der Stadt Graz vom hygienischen Standpunkt aus betrachtet. Von Dr. Hans Hammerl, Assistent am hygienischen Institut. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Graz) . 264

Ueber den Kohlensäuregehalt der Kleiderluft. Von Dr. med. H. Wolpert, Assistenten am hygienischen Institut in Berlin 291

Ein in Eiscrême und Käse gefundener giftproducirender Bacillus. Von Prof. Dr. Victor C. Vaughan u. George D. Perkins, stud. med. 308

Ueber eine thermophile Cladothrix. Von Dr. Kędzior. (Aus dem hygienischen Institute der Universität Berlin) 328

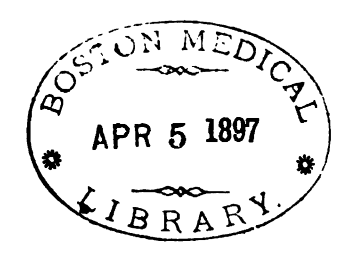
Ueber den Einfluss der Kohlensäure auf das Wachsthum und die Toxinbildung der Diphtheriebacillen. Von N. P. Schierbeck, Kopenhagen 339

Ueber die Seifen als Desinfectionsmittel. Von Dr. Richard Reithoffer. (Aus dem hygienischen Universitäts-Institute in Wien) 350

Nachweis von Russ in der Luft. Von Dr. L. Heim. (Aus der Untersuchungsstation des kgl. Garnisonslazarets Würzburg.) Mit 4 Abbildungen auf 2 Tafeln 365

Bacterium coli anindolicum und Bacterium coli anaërogenes. Von Dr. W. Lembke, Berlin. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.) (Mit 1 Photogramm) 384

Berichtigung zu meiner Arbeit »Beitrag zur Bacterienflora des Darms« in Band XXVI dieses Archivs. Von Dr. W. Lembke in Berlin 392



Hygienische Studien über Kupfer.

IV. Der Kupfergehalt von Pflanzen und Thieren in kupferreichen Gegenden.

Von

Prof. Dr. **K. B. Lehmann.**

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

Die Angaben Vedrödi's über den hohen Kupfergehalt von Vegetabilien, speciell Samen und Früchten, die auf kupferhaltigem Boden in Ungarn gewachsen waren, habe ich in meiner letzten Mittheilung (d. A., XXIV., S. 26—29) auf Grund einiger Analysen von Material aus Vedrödi's Hand bezweifeln müssen.

Wie ich aber bereits a. a. O. S. 72 in einer Anmerkung angab, habe ich inzwischen Pflanzen in grösserer Auswahl untersuchen können, die einem stark kupferhaltigen Boden entstammen und die nun thatsächlich theilweise reichliche Kupfermengen enthalten.

Ich theile zuerst einiges über die Herkunft der untersuchten Objecte mit. Herr Prof. v. Sandberger hatte mir als das nächste bequem zugängliche Kupferbergwerk ein altes, jetzt verlassenes, durch Tagbau betriebenes Kupferlager von geringer Ausdehnung bezeichnet, das sich im Spessart im Kahlgrunde unweit des kleinen Dorfes Sommerkahl befindet. Am rechten Ufer der Kahl erhebt sich das Gelände steil ca. 30—40 m hoch, um sich dann als fast ebenes Plateau fortzusetzen. Auf eine Strecke von vielleicht 300 Schritt ist der sonst mit Gras und Gebüsch bewachsene Abhang seiner Erddecke entblösst und Felsen, nur

mit spärlichem Pflanzenwuchs versehen, liegen fast nackt zu Tage. Der Fels, der an verschiedenen Stellen Spuren früherer Bearbeitung zeigt, besteht aus einem Gneiss, der hier und da, oft in grosser Ausdehnung, seinen Kupfergehalt auch dem mineralogisch wenig geschulten Auge verräth durch prächtig blaue, blaugrüne und grüne Ueberzüge von Kupfercarbonaten. Im Inneren des Gesteins ist das Kupfer vorwiegend als Sulfid, theilweise als Fahlerz vorhanden.

98—99 % des Kupfers kann dem Boden leicht durch heisse Salpetersäure entzogen werden, und beim weiteren Schmelzen des Bodens mit Soda und Salpeter kommen nur noch Spuren dazu. An drei Stellen habe ich den Kupfergehalt kleiner Bodenproben auf dem Kupferbruch bestimmt, stets in Erde und Steinbröckelchen, die aus den Wurzeln von Pflanzen ausgeklopft waren. Es ergab sich 2,710, 3,940, 3,500 ‰ Kupfer. Der Boden der Ackerfelder dagegen, welche das Hochplateau über dem Steinbruch bilden, enthielt an zwei Stellen nur 0,240 und 0,200 ‰ Kupfer, und auch an den Seiten des Steinbruchs nimmt der Kupfergehalt des Bodens rasch ab.

In zwei Proben Würzburger Erde (Erde des botanischen Gartens), die ich zum Vergleich analysirte, fand ich 20 und 25 mg Cu in 1 kg Boden, d. h. 0,023 ‰.

Pflanzen aus dem besprochenen Gebiete erhielt ich zu zwei verschiedenen Malen. Erst besorgte mir mein Freund, Herr Prof. Dr. Dingler in Aschaffenburg, eine Portion verschiedener Gewächse am 9. Juni 1895; am 3. Juli 1895 besuchte ich selbst die Stelle und verschaffte mir nun eine grössere Menge von mannigfaltigem Untersuchungsmaterial.[1])

Von den meisten dieser Pflanzen wurden Wurzel, Stengel, Blätter, Rinde, Holz u. s. f. soweit als möglich, getrennt analysirt. Eine ganz besondere Sorgfalt verwendeten wir bei diesen Arbeiten — bei denen ich von Herrn cand. chem. Lang unterstützt wurde — auf peinlichst saubere Entfernung jeder Spur von Bodentheilchen. Die Pflanzen wurden, nachdem sie z. Th.

1) Ueber die 3. Untersuchung vom 2. November 1895 siehe unten.

frisch gewogen waren, erst durch Abklopfen thunlichst von Erde befreit und dann mit grösster Geduld unter Zerzupfen etc. unter der Wasserleitung gewaschen und wieder und wieder revidirt, bis wir die letzte sichtbare Bodenspur entfernt hatten. Dann wurden die Pflanzen getrocknet, das Trockengewicht bestimmt, dieselben mit concentrirter Schwefelsäure befeuchtet, verkohlt, unter schwachem Glühen möglichst verascht, die Asche in Salpetersäure gelöst, der Rückstand mit Soda und Salpeter geschmolzen und in Salpetersäure gelöst. Die vereinigten salpetersauren Lösungen wurden mit Schwefelwasserstoff gefällt, das geglühte Sulfid in wenig Salzsäure gelöst und mit Ferrocyankalium oder Ammoniak colorimetrisch bestimmt. (Vergl. d. A., Bd. XXIV, S. 7). Leider standen meist nicht über 20—30 g einigemal nur 5, 3, 2, ja 1 g Trockensubstanz zur Verfügung.

Die Ergebnisse waren: Es enthielt 1 kg Trockensubstanz:

1. Pflanzen vom Steinbruch selbst. (Kupfergehalt des Bodens: 2,71, 3,50 und 3,94 g pro 1 kg.)

Thymus Serpyllum I (Exemplar mit mächtigem Wurzelstock	223,0 mg
Thymus Serpyllum II (Wurzelstock weniger entwickelt)	187,5 »
Taraxacum officinale [1]) (Exemplar mit mächtiger Wurzel)	320,0 »
Galium Mollugo (Gemeines Labkraut)	
Stengel mit Blättern	83,3 »
Wurzel	200,0 »
Viola hirta (Rauhes Veilchen)	
Blätter	160,7 »
Wurzel und Wurzelstock	327,3 »
Stengel (Blattstiele von diesem Sommer und namentlich verwelkte und verdorrte alte Blattstiele)	560,0 »
Festuca ovina (Schafschwingel).	
Mächtiger Wurzelstock mit Blättern und blühenden Halmen	395,0 »

1) Auf den Aschegehalt der Pflanze bezogen waren genau 4 ‰ der Asche als Kupfer vorhanden.

2. Pflanzen von der Schutthalde.

Mentha sylvestris, Ranunculus acris / Hypericum perforatum, Tussilago Farfara	zusammen, ohne Wurzeln	46,8 mg
Melilotus[1]) alba I (ohne Wurzel), vom 9. Juni . . .		53,0 »
Melilotus alba II (ohne Wurzel) vom 2. Juli . . .		52,8 »
Melilotus III von anderer Stelle	Blätter allein . .	23,2 »
	Stengel allein . .	8,3 »

3. Hart am Rande des Steinbruchs.

Der untersuchte Kirschbaum griff mit einigen Wurzeln auf das Gebiet des Steinbruchs über, seine Nahrung nahm er jedenfalls zum Theile von der anstossenden mageren Gänseweide. Eine Erdprobe zwischen den Wurzeln des Kirschbaums, wo er direct am Kupferhang steht, ergab 3,5 g Kupfer pro 1 kg — also ein Kupfergehalt wie auf der Halde. Dagegen ist der Kupfergehalt der Weide selbst jedenfalls viel kleiner, nach S. 5 etwa 0,2—0,3 g pro 1 kg Boden.

Kirschen	etwa aus Manns- höhe von den untersten Aesten	8,75 mg
Blätter		13,46 »
Dünne Zweige (Holz u. Rinde)		10,53 »
Borkige Rinde und Bast . .	aus halb. Manns- höhe vom Stamm	76,93 »
Borkige Rinde allein. . . .		112,5 »

4. Von der an den Steinbruch anstossenden Gänseweide etwa 100 Schritt vom Steinbruch entfernt. (Kupfergehalt einer Probe 0,3 g pro 1 kg Boden.)

Prunus spinosa (Schlehe)

Blätter	22,5 mg
Holz (sorgfältig entrindet)	2,0 »
Rinde (dünne Rinde kleinfingerdicker Aestchen)	36,3 »

Juniperus communis (Wachholder).

Nadeln	35,7 »
Holz (grössere Aeste sorgfältig entrindet) . . .	36,36 »
Rinde (von den grössern Aesten)	150,0 »

1) 0,106 % der Asche

5. Von dem Plateau oberhalb dem Steinbruch nahe dem Abhang (Kupfergehalt des Bodens 0,24 und 0,20 Gramm pro 1 kg).

Secale cereale (Roggen) (nahe dem Abhang).

Halme, Aehren mit Körnern (Probe I)	7,27 mg
» » » » (Probe II)	3,00 »

Humulus Lupulus (Hopfen) (unmittelbar am Abhang).

Ranken mit Blättern	23,53 »
Agrostemma Githago (Kornrade) zwischen dem Roggen	nichts

6. Von dem Wirth Fleckenstein in Sommerkahl selbst gebaute Producte (ca. 1 km vom Steinbruch).

Secale cereale (Roggen).

Körner	10,0 mg
Brot (Trockensubstanz)	6,6 »
Brassica napus (Raps)	
Samen	5,0 »
Avena sativa (Hafer)	nicht deutlich
Solanum tuberosum (Kartoffel)	4,0 mg

Die Ergebnisse berechtigen zu folgenden Schlüssen:

1. Nur auf dem eigentlichen Gebiet des Kupferwerks resp. nur bei Pflanzen, die mitten im kupferreichen Gestein erwachsen sind, erreicht der Kupfergehalt erhebliche Werthe — Werthe, die weit über den Zahlen liegen, wie sie auf gewöhnlichem Boden erhalten werden.

Während die auf Kupferboden gewachsenen Pflanzen 83 bis 560 mg Cu in 1 kg Trockensubstanz enthalten, fand ich früher für in Würzburg gekaufte Vegetabilien:

Es enthielt 1 kg Trockensubstanz Kupfer:

Salat I	10,0 mg
Salat II	3,0 »
Gurken	30,0 »
Grüne Bohnen (Galippe)	18—20,0 »
Gelbe Rüben	Spuren
Getreidesorten.	5—14 mg
Kartoffeln	0,7 »

Die auf dem kupferreichen Boden geernteten Pflanzen entsprechen in ihrem Kupfergehalt sehr gut den Versuchspflanzen, die Tschirch auf künstlich stark gekupfertem Boden erzog. Er fand

Boden stark gekupfert (2 kg Kupfersulfat werden 2 mal auf 2 qm Boden angewendet)

1 kg Weizenstroh = 264 mg

1 kg ungedroschene Weizenähren = 152 mg.

Nach diesen Ergebnissen ist nun auch noch bestimmter wie bisher die Unrichtigkeit der Angaben Vedrödi's über ungarische Vegetabilien auszusprechen.

Der Kupfergehalt der Sandböden, auf denen seine Pflanzen gewachsen waren, betrug 80—1440 mg Cu pro 1 kg und der der Pflanzen angeblich (trocken oder lufttrocken gedacht) 320 bis 6940 mg. Ich hatte in Proben aus Vedrödi's Hand pro 1 kg nur 5 mg in Buchweizen, 7,5 mg in Weizen und 20—40 mg in Paprika gefunden, heute kann ich wohl mit gutem Gewissen sagen, dass auch die von mir nicht untersuchten Proben anderer Jahrgänge, anderer Bodenparcellen etc. keinenfalls die hohen Werthe aufweisen können, wie sie Vedrödi angegeben, da Früchte und Samen nicht reicher, sondern ärmer sind an Kupfer als Stengel und Wurzeln, und letztere weder bei Tschirch noch bei mir Werthe über 560 mg ergaben — meist nur 200—300 mg. Ausserdem waren meine Pflanzen auf einem Boden, der etwa 3,5 g Kupfer pro 1 kg enthielt, d. h. etwa 3 mal so reich an Kupfer als der von Vedrödi war, gewachsen.

2. Die übrigen ermittelten Zahlen thun dar, wie der Kupfergehalt mit der Entfernung vom Kupferbruch abnimmt; es lohnt aber nicht darüber viel Worte zu machen, da nicht gleichzeitig Bodenproben methodisch untersucht sind. Immerhin verdient Erwähnung, dass das fruchtbare, mit Getreide bestandene Hochplateau trotz eines Kupfergehalts von 240 resp. 200 mg Kupfer pro 1 kg schon ein Getreide liefert, dessen Kupfergehalt — selbst bei Mituntersuchung der Halme — als sehr bescheiden bezeichnet werden muss und der in Nichts mehr die Nähe des Kupferbergwerks verräth. Ebenso ergaben die Untersuchungen

in Sommerkahl ganz normale Werthe für Getreide und Kartoffeln.

3. Die Pflanzenspecies scheint für den Kupfergehalt von viel geringerer Bedeutung als der Kupfergehalt des Bodens; exacte Angaben hierüber lassen sich natürlich nur in künstlichen Kupferdüngversuchen machen.

4. Höchst auffallende und unerwartete Ergebnisse lieferte die getrennte Analyse einzelner Pflanzentheile — leider reichen die bisher vorliegenden Zahlen nicht aus, um alle die interessanten Fragen, die sie anregen, auch zu beantworten. Nur einen — wie mir scheint wichtigen Schluss dürfen wir mit Sicherheit ziehen: Weitaus am reichsten von den untersuchten oberirdischen Pflanzentheilen ist die Rindenschicht des Holzes. An den dünnen Rinden der Wacholderzweige und des Schlehdorns war eine Trennung in Rinde, Bast und Holz nicht möglich — es wurde alles vom Holz verschieden gefärbte abgeschält und als »Rinde« untersucht, d. h. die Rinde enthielt auch den Bast:

	Rinde	Holz
Schlehe	36,3	2,0
Wachholder	150,0	36,0

Etwas günstiger lagen die Verhältnisse bei einem handgrossen Stück Borke, die wir zufällig von dem grossen in seinen einzelnen Theilen näher analysirten Kirschbaum mitgenommen hatten. Hier mussten wir »Rinde« mit dem nicht entrindeten Holze dünner Zweige vergleichen.

Wir fanden:

Dünne Zweige (Holz + Rinde)	10,53
Stammrinde I. Probe } mit d. aufsitzend. Flechten . .	76,93
Stammrinde II. Probe } mit d. aufsitzend. Flechten . .	112,5

Die Verschiedenheit der beiden letzten Analysen veranlasste mich, der Sache noch näher nachzugehen. Es war ein etwa 10 qcm grosses Stück unverarbeitet geblieben, bei genauerer Betrachtung fand ich, dass an der Innenseite der Rinde auf eine ziemliche Strecke Bastgewebe ansitze, mikroskopisch durch massenhafte dichte Bastfasern und makroskopisch durch die Zeichnung der Markstrahlen charakterisirt.

Es wurde nun möglichst genau Bastgewebe und Borke von einander getrennt und getrennt analysirt, die Flechten ebenfalls sorgfältig abgekratzt und getrennt behandelt:

Es enthielten in 1000 g Trockensubstanz:

Flechten	108 mg Cu
Bast	75 mg
Rinde	45 mg

Diese Ergebnisse gestatten den Schluss, dass es das Bastgewebe ist, das am reichsten an Kupfer ist — sie erklären — wenn auch unvollkommen — die etwas verschiedenen Ergebnisse der bisherigen Kirschrindenanalyse, bei denen wir offenbar bald mehr bald weniger Bastgewebe mitanalysirten, auch kann die wechselnde Menge der ansitzenden Flechten vielleicht zur Erklärung der verschiedenen Resultate beitragen.

5. Ueber die Frage, in welcher Form Kupfer in den Pflanzen vorkomme, habe ich nur wenige Versuche angestellt. Da aus der Leber eines mit Kupfer längere Zeit gefütterten Thieres Wasser in der Kälte oder Wärme reichliche Mengen Kupfer löst (Orfila), Mengen die nach meinen Versuchen bis die Hälfte des Gesammtkupfers betragen können, lag es nahe einmal zu versuchen, wie sich denn das pflanzliche Kupfer zu Wasser verhalte.

Zwei Versuche gaben ein sehr deutliches Resultat.

50 g frische beblätterte Stengel von Melilotus alba enthielten:

Im Dampftopf in 1 Stunde ausziehbar: . . .	0,7 mg
Im Gewebe zurückbleibend	0,6 »
	1,3 mg Kupfer

6 g Thymian ergaben mit kaltem Wasser ca. 4 mal je einige Stunden ausgezogen (Fäulniss fand nicht statt)

in Wasser löslich	0,65 mg
in Wasser unlöslich	0,6 »
	1,25 mg

In den Wasserauszügen ist das Kupfer durch die gewöhnlichen Kupferreagentien nicht nachweisbar also in organischer Bindung. Eine Chlorophyllkupferbindung liegt offenbar nicht vor, da phyllocyaninsaures Kupfer nach Tschirch in Wasser unlöslich ist — eher eine Kupfereiweissverbindung.

6. An den »Kupferpflanzen« war durchaus kein Zeichen einer besonderen Schädigung oder Förderung zu sehen, aus meinen Ergebnissen lässt sich bei objektiver Schlussfolgerung nur ableiten, dass ein recht erheblicher Kupfergehalt den Pflanzenwuchs nicht stört. Sicherlich vertritt Tschirch[1]) in der Frage nach der Schädlichkeit des Kupfers für Pflanzen, den richtigen Standpunkt, wenn er behauptet, dass nicht ätzende Kupferpräparate keine Schädigung der Pflanzen bedingen. Aber auch von einer Förderung kann ich höchstens an meinen üppigen Melilotusexemplaren etwas constatiren, die übrigen Kupferpflanzen — darunter gerade der kupferreiche Thymian — war durchaus nicht von Thymian an ähnlichen Standorten zu unterscheiden.

Soweit die Ergebnisse der Untersuchung des am 1. Juli 1895 gesammelten Materials. Als ich dieselben niedergeschrieben hatte, erschien es wünschenswerth, namentlich in Bezug auf die Vertheilung des Kupfers in den verschiedenen Theilen der Pflanze nochmals Material zu beschaffen und ich besuchte deshalb am 1. November 1895 nochmals die Kupfergegend. Die Ausbeute war diesmal auf dem Gebiete des eigentlichen Kupferbruches ziemlich gleich Null — die spärliche Vegetation daselbst hatten wir schon bei früheren Besuchen mitgenommen. Dagegen verschafften wir uns von den Kirschbäumen, dem Wachholderstrauch etc. etwas reichlicheres Material, um nach verschiedenen Richtungen die Ergebnisse zu erweitern. Auch wurde von einem schmalen Vorsprung des kupferführenden Felsens, der sich aber bei der Untersuchung als mit ziemlich kupferarmer Erde bedeckt zeigte, eine Anzahl Pflanzen: Wollkraut, Weide, zu möglichst vielseitiger Untersuchung mitgenommen.

Es wurde stets in den Analysen neben dem Kupfergehalt der Trockensubstanz auch der Aschegehalt der Trockensubstanz und der Kupfergehalt der Asche bestimmt, da es möglich schien, dass der Kupfergehalt der Trockensubstanz zwar in den einzelnen Pflanzentheilen verschieden sei, dass aber der Kupfergehalt der Asche übereinstimme. Um richtige Aschenzahlen zu

1) Tschirch, Weitere Mittheilungen über das Kupfer vom Standpunkte der Toxikologie. Schweiz. pharmac. Wochenschr., 1895, Nr. 13.

erhalten, wurde in der Mehrzahl der Analysen das Befeuchten mit Schwefelsäure weggelassen. Nach Fertigstellung der Arbeit erwachte aber beim Vergleich der Resultate mit den im Juli erhaltenen der Wunsch, die Hauptzahlen nochmals unter Zusatz von etwas concentrirter Schwefelsäure zu bestimmen, um eine Einrede, es könnten bei den Winteranalysen Kupferspuren durch Verflüchtigung verloren gegangen sein, zu beseitigen. Es waren etwa von 10 Proben genügende Mengen da, um eine nochmalige Analyse durchzuführen. Die Resultate stimmen niemals absolut genau aber doch allermeist so befriedigend, dass ich auch die Zahlen ohne Schwefelsäure als hinreichend brauchbar ansehe.

In der Mehrzahl der Fälle ist die Zahl »mit Schwefelsäure« etwas höher, einigemale etwas niedriger — doch bewegt sich der Unterschied in Grenzen, die für die Schlussfolgerungen, zu denen die Zahlen dienen sollen, ganz gleichgültig ist.

Es darf nie vergessen werden, dass mehr als 30 g Trockensubstanz selten verwendet werden konnten — oft standen nur 5—10 zu Gebot — es war also jedes colorimetrisch erhaltene Resultat gewaltig zu multipliziren. Bedenkt man nun, dass bei aller Sorgfalt die colorimetrische Methode (mit Ferrocyankalium) 0,1 und 0,15 mg ab und zu nicht ganz scharf zu unterscheiden gestattet, dass auch 0,5 und 0,6 gelegentlich mit NH_3 nicht ganz sicher zu unterscheiden sind, dass eine Garantie für absolut gleichmässige Vertheilung des Kupfers in den Theilen eines pflanzlichen Organes z. B. der Rinde auch nicht vorhanden ist, so wird man die constatirten Unterschiede der nachträglichen Controlbestimmungen »mit Schwefelsäure« nicht zu schwer nehmen.

Zu den Vergleichungen mit den Sommeranalysen werde ich in folgendem überhaupt nur die »mit Schwefelsäure« erhaltenen Zahlen verwenden.

I. Von der Schutthalde (unweit der Stelle, wo früher Melilotus gesammelt war) 1 kg Erde = 3,220 g Kupfer.

Wolfsmilch (Euphorbia Cyparissias)		% Asche	mg Cu in 1000 g Trockensubst.	mg Cu in 1000 g Asche
ohne H_2SO_4	Wurzel	3,2	29,4	926
	Stengel mit spärlichen Blättchen . . .	4,4	50,0	1142,9

II. Vom oberen Theil des Kupferbruchs. Auf eine schmale vorspringende Felslehne ist von oben lehmige, kupferarme Erde nachgerutscht und hat sich mit den Verwitterungsproducten des Felsens — offenbar unregelmässig — gemischt. Eine analysirte Probe aus den Wurzeln des ersten Wollkrautexemplars ergab: 1 kg Erde = 0,600 g Kupfer.

Wollkraut (Verbascum thapsiforme Schrad.)

		% Asche	mg Cu in 1000 g Trockensubst.	mg Cu in 1000 g Asche
ohne H_2SO_4	Exemplar I (blühend)			
	Hauptstengel (Epidermis meist entfernt, Mark entfernt) . . .	2,9	15,7	550,0
	Mark d. Hauptstengels	3,3	14,3	430,0
	Zarte Stengel mit Epidermis	3,4	17,2	—
	Stengelblätter . . .	7,3	45,2	614,0
	Wurzel (Holz) . . .	1,27	3,4	267,0
	Wurzel (Rinde) . . .	8,6	48,1	555,5
	Blütenknospen . . .	3,8	18,9	500,0
	Fruchtkapseln . . .	5,4	7,3	133,3
	Exemplar II. Sterile prachtvolle Wurzelblattrosette			
	Wurzelblätter . . .	16,9 (viel Eisen)	155,4	916
Weide (Salix caprea L.)				
ohne H_2SO_4	Holz	1,15	2,22	192,3
	Bast	4,5	5,4	119,1
	Rinde	2,8	58,2	2083,3
	Blätter	8,9	29,7	333,3

III. Von der an den Kupferbruch anstossenden Gänseweide: Kirschbaum II (der gleiche Kirschbaum, der am 2. Juli 1895 untersucht wurde).

Dünnerer Ast		% Asche	mg Cu in 1000 g Trockensubst.	mg Cu in 1000 g Asche
mit H_2SO_4	Holz	—	3,98	—
	Bast	—	7,3	—
	Rinde	—	36,94	—

		% Asche	mg Cu in 1000 g Trockensubst.	mg Cu in 1000 g Asche
ohne H_2SO_4	Blätter	7,76	4,65	59,9
	Holz	0,8	2,5	312
	Bast	3,8	6,8	182,9
	Rinde	2,23	25,64	1149,4

Kirschbaum I (Erde 250 mg Kupfer in 1 kg).
Oberer Theil eines kräftigen Astes

		% Asche	mg Cu in 1000 g Trockensubst.	mg Cu in 1000 g Asche
mit H_2SO_4	Blätter	—	7,8	—
	Holz	—	3,1	—
	Bast	—	—	—
	Rinde	—	28,6	—
ohne H_2SO_4	Blätter	8,5	5,8	68,2
	Holz	0,8	1,77	218,7
	Bast	5,6	10,6	189,3
	Rinde	2,5	30,0	1200
Rinde von einem dicken Ast am Stammansatz				
	Rinde mit H_2SO_4	—	21,6	—
Vom Hauptstamm				
	Rinde (sehr dünn) mit H_2SO_4	—	30,0	—

Wachholder.

Der gleiche Busch, von dem die Proben vom 2. Juli stammten. 1 kg Erde (Probe unter dem Busch entnommen = 0,3 g Kupfer.

		% Asche	mg Cu in 1000 g Trockensubst.	mg Cu in 1000 g Asche
ohne H_2SO_4	Holz e. alt. Stämmchens	1,09	6,52	600,0
	Bast	7,7	26,9	300,0
	Rinde (namentl. Borke allein)	8,0	100,0	1250,0
	Dickere Zweige (Holz u. Rinde ohne Nadeln)	3,2	11,8	363,6
	Dünne Zweige (do.)	5,5	10,9	200,0
	Nadeln	5,5	9,1	166,6

		% Asche	mg Cu in 1000 g Trockensubst.	mg Cu in 1000 g Asche
mit H_2SO_4	Holz e. alt. Stämmchens	—	4,3	—
	Verschied. Zweige ohne Nadeln	—	21,2	—
	Nadeln	—	11,3	—

Diese neuen Analysen am Spätherbstmaterial erlauben folgende Schlüsse:

1. Die Rinde ist stets bei Holzpflanzen sehr viel reicher an Cu als das Holz. — Bei Verbascum stimmt dies auch für die Wurzel.

2. Der Kupfergehalt von Bast und Blättern steht stets zwischen dem von Rinde und Holz. Beim Wacholder und den beiden Kirschbäumen übertrifft der Kupfergehalt des Bastes den der Blätter — bei der Weide ist es umgekehrt.

3. Das an der borkigen Kirschbaumrinde im Juli (S. 8) einmal constatirte Verhältnis, dass der Bast an Kupferreichthum die Rinde noch übertrifft, hat sich nie an dem herbstlichen Holze gefunden. Ob damals ein Zufall oder Versehen vorlag, oder ob die Verhältnisse im Sommer und Spätherbst verschieden liegen, entzieht sich meiner Kenntniss.

4. Bezieht man den Kupfergehalt statt auf 1000 g Trockensubstanz auf 1000 g Asche, so gleichen sich die Unterschiede im Gehalt der einzelnen Pflanzentheile vielfach in ziemlich hohem Grade aus.

Z. B. verhält sich bei Kirschbaum I der Gehalt an Cu etwa

	In der Trockensubstanz	In der Asche
Holz	wie 1	wie 1
Bast	zu 6	zu 1
Rinde	zu 18	zu 6

Bei der Wollblume ist der Gehalt des kupferreichsten Theils (Wurzelrinde) etwa 14 mal so gross, als der des ärmsten (Wurzelholz), die Wurzelasche enthält aber nur etwa doppelt so viel Kupfer, als die Holzasche.

Es bleibt aber trotzdem, auch wenn wir die Zahlen auf 1000 g Asche beziehen, bestehen, dass die Rinde weitaus den grössten Kupfergehalt besitzt, dagegen verschwindet der Unterschied vom Kupfergehalt von Holz und Bast, resp. er dreht sich wegen des hohen Aschegehaltes des Bastes sogar um — die Holzasche ist meist sogar kupferreicher, als die Bastasche.

5. Im Spätherbst wurde der Kupfergehalt durchweg etwas niedriger gefunden als im Sommer, z. Th. sogar erheblich niedriger.

Genau vergleichbar sind allerdings nur die Analysen von Kirschbaum I.

		1. Juli		1. November
mit H_2SO_4	Blätter . . .	13,4	ohne H_2SO_4	. 4,65 [1]
	Rinde (o. Bast)	45	mit H_2SO_4	. 25—36
	Bast	75,0		. 7,3
	Holz	—		. 3,98

und Wachholder

		1. Juli		1. November
mit H_2SO_4	Nadeln . . .	35,7	mit H_2SO_4	. 11,3
	Holz	36,4		. 4,3
	Rinde	150,0	ohne H_2SO_4	. 100,0

6. Endlich mögen noch 4 im Januar 1896 ermittelte Zahlen über den Kupfergehalt von Baumrinden unter normalen Verhältnissen, d. h. nicht auf besonders kupferreichem Boden erwachsen, Platz finden, zur Veranschaulichung der Steigerung des Kupfergehaltes auf Kupferboden.

Es enthielt 1 kg trockene Rinde:

Akazie (am 10. Jan. frisch in Würzburg bastfrei entnommen) 3,9 mg
Buche (Brennholz entnommen). . . . . 2,9 »
Kiefer (Borke von Brennholz) . . . . 2,2 »
Eiche (käufliche Lohe, basthaltig) . . . . 4,0 »

Zahlen, die gegen den auf Kupferboden gewonnenen von 25 bis 150 mg doch recht bescheiden erscheinen.

1) Die mit H_2SO_4 untersuchten Herbstblätter des anderen Kirschbaums ergaben 7,8 mg. Da beide Kirschbäume einen ähnlichen Kupfergehalt zeigen, so dürfen wir die höhere Zahl 7,8 statt 4,65 setzen — dennoch ist die Sommerzahl wesentlich höher.

7. Vergleichen wir, was wir sonst über den Gehalt von Rinde und Holz der Bäume an Aschenbestandtheilen wissen, so ergibt sich (nach Wolff's Aschenanalyse), dass die Rinde stets auch an anderen Metallsalzen, namentlich Mangan, auffallend reich ist.

Nach Wicke enthält die Rindenasche der Buche 5,97 % Manganoxyduloxyd, während das Holz fast frei davon ist.

Die Rinde ist also offenbar eine Ablagerungsstätte auch für andere nutzlose Stoffe. Sehr gut stimmt damit, dass auch Calciumoxalat, Balsame und andere Sekrete in der Rinde in grosser Menge auftreten. (Vergl. A. Tschirch: Ueber Secrete und Secretbildung in Pharmaceut. Post, 1894.)

Zu weiteren Schlüssen oder Hypothesen berechtigt mein Material leider nicht. Ich muss es den Pflanzenphysiologen überlassen, den sich hier weiter eröffnenden Fragen an Hand von methodischen Versuchen nachzugehen. Diese Versuche sind, wenn man im Besitze eines Versuchsgartens ist, leicht auszuführen und versprechen interessante Resultate. Für meine praktischen Zwecke glaube ich mich mit dem Gefundenen begnügen zu dürfen.

Wesentlich unbefriedigender waren unsere Bemühungen, über den Kupfergehalt von Thieren aus der fraglichen Gegend etwas zu ermitteln. — Gegen unser Erwarten gelang es am 1. Juli nicht, uns wildlebende Thiere: Schnecken, Insekten etc. in zur Analyse ausreichender Menge zu gewinnen. Es war ein heisser trockener Tag, der an den vegetationsarmen verbrannten Halden kein Thier hervorlockte. Auch am 2. November waren keine Thiere zu finden.

Um nicht ganz leer heimzukehren, kaufte ich bei dem Besitzer des unmittelbar dem Steinbruch gegenüber liegenden Hauses, ein Huhn, das schon zwei Jahre in dieser Gegend gefüttert wurde und sich viel im Freien aufhielt, ausserdem nahmen wir 4 Eier, eine Probe geräucherten Schinken aus Sommerkahl, und von der Gänseweide eine Portion Gänsefedern und Gänsekoth zur Analyse mit.

Das Ergebnis war:

Huhn.

Zum Beweis, dass das Thier kupferhaltige Nahrung frass, enthielt sein Mageninhalt in 8 g grösseren Steinchen 0,4 mg, in 10 g feuchtem, von feinen Steinchen durchsetztem Grünfutter 1,3 mg, d. h. in toto 1,7 mg Kupfer, d. h. pro 1 kg ca. 94 mg. Auch der Darminhalt, der sammt dem Darm frisch 77 g wog, enthielt 1,8 mg, d. h. pro 1 kg frische Substanz 23,7 mg, d. h. pro 1 kg Trockensubstanz etwa 115 mg.

Es enthielt pro 1 kg frische Substanz:

Leber	3,12 mg
Magen	4,35 »
Nieren	7,14 »
Muskel	2,4 »
Herz	16,66 »
Knochen	2,12 »
Federn	10,0 »

d. h. Zahlen, die sich nicht wesentlich von denen unterscheiden, die ich (d. A. XXIV., S. 40) von einigen Tauben erhielt, wenn ich von dem auffallend hohen Werth für das Herz absehe.

Auch die Eier ergaben nichts Merkwürdiges.

Ich hatte bei 3maliger Analyse von in Würzburg gekauften Eiern gefunden:

	pro 1 kg frische Substanz
Eischale	— — — mg
Eiweiss	— — — »
Eigelb	Spuren; 0,55; 2,2 »

Ich fand bei den Eiern vom Kahlgrunde:

	pro 1 kg frische Substanz
Eischale	1,88 mg
Eiweiss	0,23 »
Eigelb	1,4 »

Die Gänsefedern ergaben pro 1 kg frisch	40,0 mg
Der Gänsekoth ergab » 1 »	40,0 »
Der Schafkoth » » » » »	12,5 »

Diese letzten drei Werthe sind ziemlich hoch, aber nicht zahlreich genug, um Schlüsse daraus zu ziehen.

Ich muss also sagen, das spärliche uns zu Gebot stehende Material ergab keine nennenswerthe Zunahme des Kupfergehalts der untersuchten Thiere, während unsere bald mitzutheilenden, sehr zahlreichen Versuche mit Kupferfütterung im Laboratorium eine sehr erhebliche Kupferspeicherung auch der Thiere bei langer Fütterung darthun.

Untersuchungen über die Genauigkeit des Winkler'schen Verfahrens zur Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes im Vergleich mit der gasometrischen Methode.[1]

Von

Dr. G. W. Chlopin.

(Aus dem hygienischen Institut der k. Universität in Moskau.)

Es giebt zwei Hauptverfahren zur Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes: entweder wird derselbe gasometrisch nach Bunsen bestimmt, oder durch einfaches Titriren in der Lösung.

Das gasometrische Verfahren zeichnet sich durch eine gewisse Umständlichkeit aus, weshalb an seiner Stelle einfachere und schneller zum Ziele führende Titrirmethoden vorgeschlagen wurden. Bis zur letzten Zeit waren in der hygienischen Praxis hauptsächlich die von Mohr oder von Schützenberger und Risler ausgearbeiteten Verfahren zum direkten Titriren des Sauerstoffes gebräuchlich.

Mohr's Methode beruht, wie bekannt, darauf, dass schwefelsaures Eisenprotoxydul in alkalischer Lösung durch den Sauerstoff des Wassers in Oxyd übergeführt wird[2]), wobei die Reaktion folgendermaassen vor sich geht:

a) $FeSO_4 + 2\,NaHO = Fe(OH)_2 + Na_2SO_4$ und

b) $2\,Fe(OH)_2 + O + H_2O = Fe_2(OH)^6$.

---

1) Mitgetheilt in der chemischen Abtheilung der Moskauer Gesellschaft für Naturkunde, Anthropologie und Geographie (Sitzung vom 10. Nov. 1895).

2) Mohr's Lehrbuch der chemisch-analytischen Titrirmethode. 3. Aufl., Abth. I, S. 211.

Schützenberger und Risler gebrauchten zu demselben Zwecke weisses disulfoindigosaures Natron [$C_{16}H_{10}N_2O_2(NaSO_3)^2$], welches sie durch Reduction von blauem disulfoindigosaurem Natron [$C_{16}H_8N_2O_2(NaSO_3)^2$] vermittelst hydroschwefligsaurem Natron ($Na_2S_2O_4$) in alkalischer Lösung und bei Abwesenheit von Sauerstoff gewannen. Die Reaction verläuft nach der Gleichung: [$C_{16}H_{10}N_2O_2(NaSO_3)^2$] + O = $C_{16}H_8N_8O_2(NaSO_3)^2 + H_2O$.[1]

Die Umständlichkeit und ungenügnde Genauigkeit des soeben erwähnten Verfahrens bewegten Winkler, nach Professor Thau's Idee, im Jahre 1888[2]) eine neue Methode zur Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes auszuarbeiten und vorzuschlagen. Nach seinen Angaben übertrifft diese Methode alle früheren Verfahren an Einfachheit, Genauigkeit und Raschheit in der Ausführung. Das Princip der Winkler'schen Methode gleicht demjenigen der Mohr'schen, mit dem Unterschiede, dass Winkler das Eisenoxydul ersetzt durch ein Manganoxydulsalz, nämlich durch Manganchlorür ($MnCl_4 + 4H_2O$), welches durch den im Wasser gelösten Sauerstoff in alkalischer Lösung sehr energisch oxydirt wird. Die Reaction verfliesst hierbei ungefähr folgendermaassen.

1. $MnCl_2 + 2NaHO = 4NaCl + 2Mn(OH)^2$.
2. $2Mn(OH)^2 + O + H_2O = Mn_2(OH)^6$.

Der sich unter diesen Umständen bildende Niederschlag von Manganoxyd wird in Salzsäure in Gegenwart von Jodkalium gelöst und man erhält:

1. $Mn_2(OH)^6 + 6HCl = Mn_2Cl_6 + 6H_2O$.
2. $Mn_2Cl_6 = 2MnCl_2 + 2Cl$ und endlich
3. $2KJ + Cl_2 = 2KCl + 2J$.

Das ausgeschiedene Jod wird nach gewöhnlicher Art mit Natriumthiosulfatlösung titrirt, und nach der verbrauchten Menge der letzteren die Quantität des in der Lösung vorhandenen O berechnet.

Die hiebei nöthigen Reagentien sind:

1) Annales chim. phys. 4. série. 70. 351. Bullet. de la Soc. chim. 1873 19. 152, und Comptes rendus, 92. 875; 93. 151.

2) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, XXI, 2843.

1. Eine Lösung von $MnCl_2 + 4H_2O$; — 40—80 g auf 100 Theile Wasser.

2. Eine Lösung von NaHO; 32 oder 48 g auf 100 ccm. $H_2O + 10 g KJ$.

3. Concentrirte HCl.

4. $^1/_{100}$ Normallösung von $Na_2S_2O_3$; 2,48 g werden in 1 Lit. Wasser gelöst, so dass 1 ccm der Lösung 0,05582 ccm O entspricht.

Der Titer der $Na_2S_2O_3$-Lösung wird nach Winkler auf Jod eingestellt. Hierbei ist darauf zu achten, dass das $MnCl_2$ kein Eisen und das NaHO keine salpetrige Säure enthalte, weshalb das letztere aus Na_2CO_3 und CaO dargestellt wird; endlich sollen HCl und $MnCl_2$ aus KJ kein Jod ausscheiden.

Ausführung der Bestimmung.

Das zu prüfende Wasser wird in etwa 300 ccm fassende calibrirte Flaschen mit gut eingeschliffenem Glasstöpsel gegossen, wobei die Flaschen derart angefüllt werden, dass nach Einsetzung der Stöpsel kein einziges Luftbläschen nachbleibt; darauf zieht man den Stöpsel wieder heraus und giesst aus einer Pipette mit langer, schmaler Spitze (indem man dieselbe beinahe bis auf den Grund der Flasche eintaucht) 1 ccm der Mischung NaHO + KJ und 1 ccm $MnCl_2$ hinzu. Man setzt dann den Stöpsel wieder ein, schüttelt die Flasche durch und wartet nun, bis sich der entstandene Niederschlag von Manganoxyd und Manganoxydul abgesetzt hat und die Flüssigkeit über dem Niederschlage klar geworden ist. Sodann werden 3 ccm concentrirter Salzsäure zugegossen, um den Niederschlag aufzulösen; nachdem dies geschehen ist, giesst man die Flüssigkeit in ein Becherglas, fügt etwas Stärkekleister hinzu und titrirt das J mit Natriumthiosulfat.

Die Berechnung geschieht nach folgender Formel:

$$A = \frac{0{,}055825 \cdot n \cdot 1000}{v}$$

wo A = die gesuchte Quantität von Sauerstoff in 1 l Wasser,
n = die Anzahl der verbrauchten ccm der $^1/_{100}$ Normallösung von $Na_2S_2O_3$,

v = das Volumen des zum Versuche gebrauchten Wassers (= dem Inhalte der Flasche) bezeichnet.

Bei der Bestimmung des Sauerstoffes in Trinkwässern, besonders wenn dieselben eine bedeutende Härte besitzen, muss von den erwähnten Reagentien eine grössere Quantität genommen werden. Bei Gegenwart von salpetriger Säure in solchen Mengen, welche ebenfalls Jod aus KJ ausscheiden, muss die salpetrige Säure vorerst zu Salpetersäure oxydirt werden; ist im Liter Wasser mehr als 0,1 mgr salpetriger Säure enthalten, so ist eine specielle Berichtigung nicht zu umgehen.

Modificirtes Verfahren zur Bestimmung des gelösten Sauerstoffes in verunreinigten Wässern.

Wenn im zu untersuchenden Wasser Nitrite vorhanden sind, müssen die Reagentien in einer anderen, als der oben angegebenen Reihenfolge angewendet werden; zuerst wird 1 ccm Natronlauge ohne Jodkalium zugegossen, sodann 1 ccm $MnCl_2$, dann die doppelte Menge HCl (6 ccm) und endlich 1 ccm einer 10 proc. KJ-Lösung. Dabei oxydirt sich N_2O_3 auf Kosten des im Wasser gelösten Sauerstoffes zu Salpetersäure und beim Titriren wird weniger Sauerstoff erhalten als im Wasser wirklich vorhanden ist.

Nach Winkler wird ausser der Oxydirung der Nitrite ein Theil des im Wasser gelösten Sauerstoffes auch durch etwa vorhandene organische Substanzen absorbirt.

Um dieses Deficit von Sauerstoff zu bestimmen, d. h. eine Berichtigung für N_2O_3 einzuführen, schlägt Winkler folgendes empirische Verfahren vor. Zu 500 ccm destillirten Wassers giesst man 1 ccm einer 32 proc. Lösung von NaHO ohne KJ und 5—10 Tropfen einer 40 proc. Lösung von $MnCl_2$; sodann wird umgerührt und HCl so lange hinzugefügt, bis der entstandene Niederschlag von MnO und Mn_2O_3 sich auflöst. Um die Auflösung dieses Niederschlages zu erleichtern, wird der schon angesäuerten Flüssigkeit ungefähr 1 g krystallinisches $MnCl_2$ zugegeben. Sodann werden je 100 ccm der auf diese Weise hergestellten und eine geringe Quantität von Mn_2Cl_6 enthaltenden Lösung in zwei Bechergläser gegossen und der einen Portion

100 ccm destillirten Wassers, der anderen 100 ccm des zu prüfenden, salpetrige Säure enthaltenden Wassers hinzugefügt. Man wartet dann 2—3 Minuten ab, giesst in beide Portionen je 1 ccm der 10 proc. Lösung von KJ und titrirt das ausgeschiedene J. In der zweiten Portion wird hiebei ein Theil des activen Chlors zur Oxydirung der salpetrigen Säure aufgehen, und es wird sich also eine entsprechend geringere Quantität von J ausscheiden. Der Unterschied in der Quantität von $Na_2 S_2 O_3$, welche in der ersten und zweiten Portion zum Titriren verbraucht wird, zeigt die Grösse der Berichtigung für $N_2 O_3$ auf 100 ccm des untersuchten Wassers an; dieselbe wird auf 1 Lit. Wasser umgerechnet und zu der früher verbrauchten Quantität von $Na_2 S_2 O_3$ hinzugefügt. Dieses indirekte Verfahren zur Bestimmung von $N_2 O_3$ findet Winkler weit genauer, als das Titriren derselben nach Mohr-Classen, weil das bei letzterem Verfahren entstehende Stickstoffoxyd Sauerstoff aus der Luft absorbirt und dadurch das Resultat der Bestimmung ungenau macht.

Winkler stellte einen Vergleich an zwischen seinem Verfahren und der gasometrischen Methode nach Bunsen und fand im Durchschnitte, dass aus drei parallelen Bestimmungen von Sauerstoff in destillirtem Wasser nach seiner Methode die Resultate im Mittel um 0,26 %, im maximum um 0,39 % höher ausfallen als bei Bunsen's Verfahren. Sich auf diese trefflichen Ergebnisse stützend, empfahl Winkler die neue Methode für die Bestimmung von Sauerstoff in Trinkwässern und wendete sie im Jahre 1889 zur Verification von Bunsen's Coëfficienten der Löslichkeit des O im Wasser an. [1])

Bis auf die letzte Zeit wurde Winkler's Verfahren keiner genauen Prüfung von anderer Seite unterworfen und es gibt überhaupt, meines Wissens, nur zwei Arbeiten in der Fachliteratur, welche einige Thatsachen zur Schätzung dieser Methode enthalten. Im Jahre 1890[2]) gab Frau Pokrovsky in dem Aufsatze »Der in Wasser gelöste Sauerstoff« sechs vergleichende

1) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, XXII, Bd. 2, 1764.
2) Wratsch, 1890, 1, S. 4—9.

Bestimmungen von Sauerstoff im Wasser nach Winkler und nach der Methode von Schützenberger und Risler; sie fand, dass bei beiden Verfahren sich gut übereinstimmende Zahlen ergeben und empfahl Winkler's Methode für hygienische Wasseruntersuchungen. Bei Durchsicht der analytischen Resultate, auf deren Grund Frau Pokrovsky zu obenerwähntem Schlusse gekommen ist, ergibt sich übrigens, dass sie nach Winkler's Methode in 4 Bestimmungen grössere Zahlen erhalten hat, als nach Schützenberger und Risler und zwar im Minimum pro 1 l Wasser + 0,26 ccm und im Maximum + 0,99 ccm, während in 2 Versuchen Winkler's Methode weniger ergab, als diejenige von Schützenberger und Risler und zwar im Maximum 0,40 ccm Sauerstoff, bei einem Gehalte von ca. 6,5 ccm Sauerstoff im Liter Wasser, so dass die Differenz in den Resultaten beider Methoden in den Grenzen von — 6% bis + 14,8% schwankte! Derartige Resultate können wohl nur aus Missverständnis als gut übereinstimmende qualificirt werden.

Im Jahre 1891 erschien in der Zeitschrift für angewandte Chemie Kitch's Artikel »Zur Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes«[1]), in welchem der Verfasser zuerst Winkler's Verfahren mit dem gasometrischen, und sodann Mohr's, sowie auch Schützenberger's und Risler's Methode mit der Winklerschen verglich. Am Schlusse seiner Arbeit gibt Dr. Kitch Winkler's Methode den Vorzug vor den anderen Arten der Bestimmung des Sauerstoffes im Wasser und bezeichnet sie als »praktisch, schnell und genau.« Dieser Schluss wird aber hier ebensowenig wie in Frau Prokovsky's Arbeit durch die analytischen Angaben gerechtfertigt; bei Vergleichung des Winkler'schen Verfahrens mit dem gasometrischen nach Tiemann-Bunsen hat der Verfasser im Durchschnitte aus 15 Bestimmungen nach Winkler 0,82 ccm Sauerstoff pro Liter Wasser mehr bekommen als nach der gasometrischen Methode; in den einzelnen Fällen steigt der Unterschied bis auf 1 ccm, was bei einem Totalgehalte von 6,39 ccm Sauerstoff + 12,8% beträgt. Ein so bedeutender

1) Zeitschrift für angewandte Chemie, 1891, 105.

Unterschied veranlasst jedoch Dr. Kitch keineswegs die Genauigkeit derjenigen Methode zu bezweifeln, welche er der Prüfung unterzieht; er zweifelt im Gegentheil an der Genauigkeit desjenigen Verfahrens, welches ihm zur Grundlage seiner Prüfung hätte dienen sollen, d. h. des gasometrischen.

Wir finden es nöthig darauf aufmerksam zu machen, dass in der That sich einiges einwenden lässt gegen das von Kitch benutzte Verfahren, Gase aus dem Wasser durch Kochen des letzteren in Tiemann's Apparat bei gewöhnlichem Drucke zu erhalten.

Da Winkler keine parallelen Bestimmungen des Sauerstoffes in Trinkwässern nach seiner Methode und nach dem gasometrischen Verfahren gegeben hat, und da es ausserdem wünschenswerth erschien obenerwähnte Widersprüche aufzuklären, haben wir nach dem Vorschlage von Professor Erismann vergleichende Untersuchungen mit Winkler's Methode einerseits und der Bunsen'schen in ihrer classischen Form andererseits angestellt; hiebei wurden von uns nach bester Möglichkeit alle diejenigen Vorsichtsmaassregeln beobachtet, welche von den Physiologen bei Bestimmung kleiner Quantitäten von gelöstem Sauerstoff gefordert werden. In dieser Hinsicht haben wir die Anweisungen unseres geehrten Lehrers, Herrn Professor Setschenoff benutzt.

In den Hauptzügen verläuft die Bestimmung des Sauerstoffes in unseren Experimenten folgendermaassen:

1. Beim gasometrischen Verfahren wird das zur Prüfung bestimmte Wasser in ca. 600—900 ccm haltende Kolben gegossen, welche nach dem Gewichte calibrirt sind. Ueber den abgekürzten Hals jedes dieser Kolben wird ein enganliegender, dickwandiger (mit 6 mm Wandstärke), in Fett durchgekochter, etwa 11 cm langer Kautschukschlauch gezogen, mit einer Schnur festgebunden und dann mit einem Kitt aus Wachs und Colophonium verkittet, wie ihn Professor Setschenoff für derartige Zwecke verwendet.

Nachdem der Kolben angefüllt ist und bevor derselbe mit der modificirten Gaspumpe vom Helmholtz verbunden wird,

setzen wir auf den Kautschukschlauch an einer, bei der Calibrirung durch einen Strich bezeichneten Stelle, eine grosse Bunsen'sche Klemme mit zwei Schrauben an, welche dazu dient, den Kolbenraum nach Wunsch bald mit der Pumpe zu verbinden, und bald wieder von derselben abzuschliessen. Ohne die Klemme zu lösen, ziehen wir sodann das freie Ende des Kautschukschlauches über die Spitze der Quecksilberpumpe, binden es ebenfalls mit einer Schnur fest, verkitten und pumpen die Luft aus, bis sich im Raume der Pumpe eine absolute Leere bildet. Hierauf wird die Klemme gelöst und dadurch den Gasen des Wassers freier Zutritt zum Pumpenraum gestattet. Sobald das Wasser aufhört zu sieden, d. h. sobald der Druck der Gase im Kolben und in der Kugel der Pumpe ins Gleichgewicht gekommen ist, wird der Kolben von der Pumpe durch Zuschrauben der Klemme wiederum isolirt. Die auf solche Weise erhaltenen Gase werden in ein Eudiometer übergeführt, welches mit Quecksilber gefüllt und über der oberen Oeffnung der Pumpe angebracht ist. Die soeben erwähnte Operation des Auspumpens mit Ueberführen der Gase in ein Eudiometer wird so lange wiederholt, bis der Uebergang der Gase aus dem Wasser in den leeren Raum der Pumpe vollkommen aufhört, wozu 2—3 Stunden nöthig sind. Gegen das Ende des Auspumpens wird das Wasser im Kolben durch Erwärmen zu heftigem Sieden gebracht. Die Sicherheit der Glashähne an der Pumpe muss im voraus durch specielle Experimente geprüft werden.

2. Die Eudiometer, in welche die aus dem Wasser ausgepumpte Gasmischung übergeführt wird, haben einen Durchmesser von 14—18 mm bei einer Länge von 460 mm. Zur Bestimmung ihres Volumens wurden sie mit Quecksilber calibrirt, unter Ablesung der Theilstriche vermittelst eines Kathetometers. Für jedes Eudiometer wurde die Höhe des Quecksilber- und des Wassermeniskus besonders bestimmt, und die entsprechende Berichtigung bei der Berechnung der Analyse vorgenommen.

3. Aus der auf die oben beschriebene Weise erhaltenen Gasmischung wird sogleich nach ihrer Ueberführung in das Eudiometer die CO_2 durch eine 7%ige Lösung von NaHO absorbirt,

deren Dampfspannung für verschiedene Temperaturen aus Regnault's Tabellen bekannt ist. Bei Berechnung der Analyse wird die entsprechende Berichtigung eingeführt, sowohl in Betreff der Dampfspannung der Na HO-Lösung, als auch in Bezug auf die Höhe der Flüssigkeitssäule im Eudiometer.

4. Das Ablesen des Gasvolums im Eudiometer wird in der Zimmerluft vorgenommen, und zwar erst nach Ablauf von 24 Stunden nach jeder Manipulation, so dass das erste Ablesen des Volumens aller aus dem Wasser ausgepumpten Gase minus CO_2 am nächsten Tage nach dem Ueberführen der Gase in das Eudiometer stattfindet.

Gleich nach dem ersten Ablesen wird sodann Wasserstoff eingeführt und die Mischung wiederum 24 Stunden lang in Ruhe gelassen; nach Ablauf dieser Zeit wird die Explosion herbeigeführt und die hierauf erfolgte Veränderung des Gasvolumens abermals nach 24 Stunden abgelesen.

5. Der Sauerstoff wird stets durch Explosion mit Wasserstoff bestimmt; der aus chemisch reinem, granulirtem Zink gewonnene Wasserstoff wird in zwei Flaschen mit K HO und in einer Flasche mit $Pb(NO_3)^2$ gewaschen und jedesmal vor der Einführung ins Eudiometer an der Luft angezündet. Bei Bestimmungen des Sauerstoffes in Trinkwässern mit sehr geringem Gehalte an diesem Gase wird, falls keine Explosion mit Wasserstoff stattfindet, dem Gasgemisch noch Knallgas, dessen Reinheit ebenfalls durch specielle Untersuchung controlirt werden muss, zugefügt. Nach dem Vorgange Bunsen's betrug die Menge des eingeführten Knallgases in unseren Versuchen niemals mehr als 26—64 % des im Eudiometer vorhandenen Gasvolumens.

6. Die Temperatur der Zimmerluft und des zu untersuchenden Wassers müssen mit einem, nach einem Normalthermometer verificirten Thermometer gemessen werden. Die Schwankungen der Lufttemperatur des Zimmers betrugen in unseren Versuchen während der Dauer des Experimentes, d. h. drei Tage und drei Nächte lang, nicht mehr als 1,5° C.

7. Zur Bestimmung des Sauerstoffes nach Winkler wurde das zur Prüfung bestimmte Wasser in ca. 300 ccm fassende und

nach dem Gewichte calibrirte Flaschen mit eingeriebenen Glasstopfen eingeführt. Die Büretten waren ebenfalls verificirt und in 1/20 ccm eingetheilt. Die Reinheit der Reagentien wurde jedesmal bei Vorbereitung der Lösungen controlirt.[1]) Das caustische Natron wurde aus Na_2CO_3 und CaO in einem silbernen Gefässe zubereitet.[2]) Der Titer der $Na_2S_2O_3$-Lösung wurde gewöhnlich auf $K_2Cr_2O_7$ nach Chrissmer-Vollhardt eingestellt. Im Beginne unserer Arbeit benutzten wir gleichzeitig noch die Einstellung des Titers auf J; die Resultate beider Methoden ergaben sich hierbei als einander sehr nahe liegende. Der Titer der $Na_2S_2O_3$-Lösung wurde übrigens vor jedem Experimente verificirt.

8. Die Quantität der Reagentien in den Experimenten mit destillirtem Wasser betrug nach Winkler nur 5 ccm (d. h. 1 ccm $NaHO + KJ$, 1 ccm $MnCl_2$ und 3 ccm HCl); aber bei Untersuchung sehr harter Wässer waren bis 25 ccm nothwendig; in den letzteren Fällen wurden die Reagentien vorläufig von dem in ihnen aufgelösten Sauerstoff befreit.

Um eine feste Grundlage zur richtigen Beurtheilung der zu prüfenden Methode zu haben, theilten wir unsere Experimente in zwei Gruppen ein: Für die erste Gruppe benutzten wir destillirtes Wasser und sättigten dasselbe mit Sauerstoff, indem wir es entweder mit Luft durchschüttelten (5 Vers.) oder die Luft durch dasselbe vermittelst eines Wasserinjectors durchtrieben (4 Experimente); in letzterem Falle wurde die Luft zuvor nach Bunsen von CO_2 und NH_3 befreit. Die Operation der Sättigung des Wassers mit Sauerstoff dauerte jedesmal nicht weniger als 24 Stunden und wurde eine Stunde vor dem Entnehmen der Probe zum Experimente unterbrochen. Wir benutzten frisch destillirtes Wasser, welches keine organischen Stoffe und kein NH_3 enthielt. Während des Experimentes wurde die Temp. des Wassers und der Barometerdruck notirt.

---

1) $MnCl_2$ enthielt stets Spuren von Eisen.

2) Die Controlprüfungen zeigten, dass man ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit Schering's NaHO (alcohole depuratum) gebrauchen kann.

Für die zweite Gruppe der Experimente nahmen wir Proben verschiedener Typen von Trinkwasser: Flusswasser, einfaches Brunnenwasser, Wasser von artesischen Brunnen und Teichwasser.

Die gewählten Proben von Trinkwasser unterschieden sich bedeutend von einander nach ihrem Gehalte an organischen und unorganischen Bestandtheilen. Es scheint uns übrigens überflüssig, hier eine genaue Charakteristik ihrer Zusammensetzung mitzutheilen.

Wir gehen nun zur Darlegung der Resultate unserer Experimente über:

I. Gruppe.

Es wurden 10 Experimente mit destillirtem Wasser vorgenommen: Bei Temperaturen von 18,2—21,6° C. wurden in 1 l Wasser im Durchschnitte gefunden:

nach dem gasometrischen Verfahren . . 6,259 ccm Sauerstoff
nach Winkler . . . . 6,278 » »
Summa . . . . N + O = 18,854 » »

Wenn wir die gefundene Sauerstoffmenge in Procenten der aus 1 l Wasser erhaltenen Gasmischung (N + O) ausdrücken, so finden wir, dass nach dem gasometrischen Verfahren der Sauerstoff in der im Wasser aufgelösten Luft = 33,19 %, nach Winkler = 33,29% betrug, — d. h. dass sich aus dem Winkler-schen Verfahren im Durchschnitte Grössen ergeben, welche nur um 0,10 % die Bunsen'schen übertreffen. Bei unseren Bestimmungen ergab sich also im Durchschnitte ein Fehler, welcher noch geringer ist als derjenige, den der Autor des Verfahrens feststellte (+ 0,26 %), und zwar ebenfalls nach Seite des Plus.

Die Schwankungen in den einzelnen Experimenten fanden wir etwas ansehnlicher: nach Seite des Plus steigt die Differenz auf 0,40 % (1 Exp.), nach Seite des Minus beläuft sie sich höchstens auf 0,18 % (2 Exp.). Diese letztere Differenz kann übrigens vollkommen vernachlässigt werden; da sie durch Abweichungen in der zweiten Decimalstelle (der absoluten Zahlen) bedingt ist.

Bei der vorliegenden Arbeit hatten wir ursprünglich keine theoretischen Ziele im Auge; da aber bei den Experimenten alle nur möglichen Vorsichtsmaassregeln getroffen wurden, und da die Resultate beider Verfahren so sehr übereinstimmen, erlauben wir uns aus 5 Experimenten die absoluten Zahlen mitzutheilen, welche den Gehalt des Sauerstoffes in destillirtem, mit von CO_2 und NH_3 vollkommen befreiter Luft gesättigtem Wasser, betreffen; zu gleicher Zeit wollen wir auch die auf Grund dieser Zahlen berechneten Coëfficiente der Löslichkeit des Sauerstoffes im Wasser mittheilen. Dabei sind die absoluten Zahlen, welche das Volum der in 1 l Wasser aufgelösten Gase (N + O) in Cubikcentimetern bezeichnen, nach Winkler's Vorgang auf einen Druck von 760 mm gebracht nach der Formel: $C = A\frac{(760-f)}{(B-f)}$, in welcher A das Volum des O in 1 l Wasser, f die Spannung des Wasserdampfes bei der Temperatur des Experimentes, B den Barometerdruck während des Experimentes bezeichnet.

Tabelle I.

Nr. des Versuchs	Temperatur des Wassers	Unsere Bestimmungen nach Bunsen	Unsere Bestimmungen nach Winkler	Bunsen's Zahlen	Winkler's Zahlen
1	18,2°	6,396	6,363	6,05 (bei 18° C.)	6,614 (bei 18° C.)
2	18,5°	6,380	6,381	—	—
3	18,8°	6,238	6,290	5,99 (bei 19° C.)	6,482 (bei 19° C.)
4	21,4°	6,029	6,09	—	6,233 (bei 21° C.)
5	21,6°	5,980	5,99	5,92 (bei 20° C.)	6,114 (bei 22° C.)

Auf Grund des Dalton'schen Gesetzes (nach der Formel $x = \frac{A}{209,6}$, wo A = die Anzahl Cubikcentimeter von O in 1 l Wasser, x = den Löslichkeitscoëfficienten des O bedeutet), haben wir nach diesen absoluten Zahlen den Coëfficienten der Löslichkeit von reinem Sauerstoffe berechnet, indem wir partiellen Druck des Gases zu 20,96 % annahmen. Die Resultate dieser Berechnung stellen wir hier den Angaben Bunsen's und Winkler's[1]) gegenüber:

1) Berichte der Deutsch. Chem. Gesellsch., XXII. 2, S. 1773.

Tabelle II.

Nr. des Versuchs	Temperatur des Wassers	Unsere Bestimmungen nach Bunsen	Unsere Bestimmungen nach Winkler	Bunsen's Zahlen	Winkler's Zahlen
1	18,2°	0,03052	0,03036	0,02884 (bei 18° C.)	0,03155 (bei 18° C.)
2	18,5°	0,03044	0,03044	—	—
3	18,8°	0,02976	0,03001	0,02858 (bei 19° C.)	0,03093 (bei 19° C.)
4	21,4°	0,02876	0,02906	0,02838 (bei 20° C.)	0,02974 (bei 21° C.)
5	21,6°	0,02862	0,02863	—	0,02917 (bei 22° C.)

Wie man sieht, nehmen sowohl die von uns gefundenen absoluten Mengen des in Wasser bei vollkommener Sättigung desselben mit Luft wirklich gelösten Sauerstoffes, als auch die hieraus berechneten Coëfficienten seiner Löslichkeit die Mitte ein zwischen Bunsen's nnd Winkler's Angaben (< als bei Winkler um 2—3,9 %) und sind beinahe mit den Angaben von Petersen und Sonden identisch, welche bei 14,1° um 2 % und bei 6° um 5 % unter Winkler's Zahlen stehen. Sie stimmen mit den Angaben von Setschenoff[1]), Dittmar[2]), Winkler[3]), Timofeieff[4]), Petersen und Sonden[5]) in der Hinsicht überein, dass sie etwas grösser sind, als die Bunsen-schen Zahlen, so dass man wohl den Schluss ziehen kann, **dass die von Bunsen gegebenen Coëfficienten der Löslichkeit des Sauerstoffes im Wasser etwas unter der Wirklichkeit stehen.**

II. Gruppe.

Es wurden 12 Bestimmungen von Sauerstoff in verschiedenen Trinkwässern gemacht und zwar:

5 — in Flusswasser,
4 — in gewöhnlichem Brunnenwasser,
4 — in artesischem Brunnenwasser,
1 — in Teichwasser.

1) Memoiren d. St. Petersb. Akademie d. Wissenschaft., 12, Nr. 6, S. 7.
2) Challenger, Repert. vol. i. Pt. I, p. 160.
3) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch., XXII, 2. 1773.
4) Physiko-chemische Untersuchungen, 1892, S. 19.
5) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch., XXII, 1, S. 1439.

Von allen diesen Proben enthielt nur die letzte (aus einem Teiche) N_2O_3 in solcher Quantität, dass eine Berichtigung (siehe oben) nothwendig wurde.

Die Resultate dieser Bestimmungen stellen wir in folgender Tabelle zusammen, in welcher die Zahlen den Gehalt an Sauerstoff in 1 l Wasser, bei 0° und einem Druck von 760 mm, in Cubikcentimetern bezeichnen:

Tabelle III.

	Nach Bunsen	Nach Winkler
	ccm	ccm
1. Wasser aus der Moskauer Leitung	7,207	7,296
2. Dasselbe	6,965	7,027
3 Flusswasser aus der Moskwa	5,170	5,285
4. Dasselbe Wasser, nachdem es 24 Stunden lang im Laboratorium gestanden hatte	5,371	5,461
5. Flusswasser aus der Moskwa	6,034	6,040
6. Wasser aus dem artesischen Brunnen der Moskauer Cliniken	5,039	5,061
7. Dasselbe	6,103	6,103
8. Wasser aus einem gewöhnlichen Brunnen im Hofe der Universität	1,127	1,131
9. Dasselbe	1,332	1,332
10. Dasselbe	1,354	1,368
11. Wasser aus einem gewöhnlichen Brunnen	0,995	1,08
12. Wasser aus einem Teiche (N_2O_3 enthaltend)	9,980	9,815
Im Durchschnitte	4,723	4,751

Obgleich, wie man sieht, der Gehalt an Sauerstoff in verschiedenen Quellen in sehr weiten Grenzen schwankte — von 1 ccm bis auf 9,98 ccm in 1 l Wasser — und obgleich sein Procentgehalt in der Gasmischung im Minimum 4,65 %, im Maximum 35 % betrug, so wurde doch im Durchschnitte nach Winkler nur um 0,21 % mehr Sauerstoff erhalten, als nach Bunsen; in den einzelnen Fällen allerdings waren die Differenzen weit bedeutender als bei den Experimenten der ersten Gruppe, nämlich im Maximum nach der Seite des Plus 0,77 %, nach Seite des Minus 0,69 % (Wasser mit N_2O_3).

In Anbetracht dieser Thatsachen ist Winkler's Verfahren im Allgemeinen als sehr gut und für die Bestimmung von Sauerstoff in Trinkwässern als vollkommen brauchbar anzusehen. Es muss aber doch bemerkt werden, dass man bei dieser Methode in einzelnen Fällen sehr abweichende, irrthümliche Resultate erhalten kann. So bekamen wir bei den ersten Bestimmungen von O in Flusswasser im Durchschnitte von 3 Experimenten nach Winkler nur 3,01 ccm Sauerstoff in 1 l, nach dem gasometrischen Verfahren aber 7,507 ccm, d. h. nach Winkler um etwa 50% zu wenig.

Der Grund dieses auffallend ungünstigen Resultates wurde durch folgende 3 Experimente mit demselben Wasser aufgeklärt. Zur ersten Portion des Wassers fügten wir dieselbe Quantität von Reagentien hinzu, wie in den misslungenen Experimenten, d. h. 1 cbm $NaHO + KJ$, 1 ccm $MnCl_2$ und 3 ccm HCl, und erhielten 3,933 ccm Sauerstoff.

Auf die zweite Portion Wasser nahmen wir von $NaHO + KJ$ die doppelte, von $MnCl_2$ die dreifache Quantität, während die Menge des HCl unverändert blieb; wir erhielten hiebei 5,932 ccm Sauerstoff.

Beim dritten Versuch bedienten wir uns noch grösserer Quantitäten der Reagentien, und zwar nahmen wir von $NaHO + KJ$ die dreifache Menge (3 ccm) von $MnCl_2$ und HCl ebensoviel wie beim zweiten Versuche, und erhielten 7,295 ccm Sauerstoff. Nach Bunsen wurde 7,206 ccm O gefunden. Folglich liegt die Ursache des erwähnten Fehlers in dem Mangel an Reagentien und, wie die Experimente zeigten, hauptsächlich in einer zu geringen Quantität von $NaHO$ und (in gewissen Fällen) von $MnCl_2$.

Da derartige Irrthümer bei der Bestimmung des Sauerstoffes in destillirtem Wasser nicht ein einziges Mal vorkamen, sondern nur bei Bestimmung von Sauerstoff in harten Trinkwässern, welche grosse Quantitäten von Bicarbonaten enthielten, beobachtet wurden, so gelangten wir ganz natürlich auf die Vermuthung, dass in derartigen Wässern nach Winkler's Verfahren man deshalb zu niedrige Resultate erhält, weil das caustische Alcali

und $MnCl_2$ sich in Carbonate verwandeln, wobei anzunehmen ist, dass das Mangancarbonat durch Sauerstoff schlecht oxydirt wird. Zur Bestätigung dieser Muthmassung haben wir zwei parallele Bestimmungen in ein und demselben Wasser nach Winkler ausgeführt:

Der 1. Portion wurde die gewöhnliche Quantität von Reagentien beigemischt und wir erhielten 6,18 ccm O in 1 l Wasser. Für die 2. Portion nahmen wir statt 1 ccm NaHO 3 ccm einer 10%igen Lösung von K_2CO_3 und wir erhielten 1,06 ccm O.

Aus diesen Experimenten folgt, dass $MnCO_3$ sich durch den Sauerstoff des Wassers schwer oxydirt und dass also die oben ausgesprochene Vermuthung über die Ursache des Irrthums eine gewisse Bestätigung erhält. Um in der Praxis diese Schwierigkeit zu umgehen, kann vor der Hand empfohlen werden, bei Bestimmung von O in Wässern, deren Bestandtheile unbekannt sind, mehrere Untersuchungen gleichzeitig anzustellen und zwar mit verschiedenen Quantitäten concentrirter Lösungen.

Ueber die Anwendbarkeit von Winkler's Verfahren für die Bestimmung des Sauerstoffes in Trinkwässern mit bedeutendem Gehalte von Nitriten können wir uns nicht bestimmt aussprechen, da unsere einschlagenden Beobachtungen nicht zahlreich genug sind. Uebrigens haben wir die Absicht, bei weiteren Versuchen einen Vergleich anzustellen zwischen Winkler's Verfahren zur Bestimmung des Sauerstoffes und den Methoden von Schützenberger-Risler und Mohr (die letztere mit den von Lewy vorgeschlagenen Modificationen).

Ueber Darmfäulnis nach Verfütterung von Fleisch tuberculöser Rinder.

Von

Dr. **Kutscher,**
Assistenten am Institut.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität Berlin.)

Im Anschluss an Versuche, welche von Herrn Dr. Rumpel im hiesigen Institut bezüglich der Verwerthbarkeit des Fleisches tuberculöser Thiere zu Nahrungszwecken ausgeführt wurden, unternahm ich es, festzustellen, wie sich das Fleisch solcher Thiere gegenüber der Darmfäulnis verhält.

Von vornherein liess sich vermuthen, dass durch die krankhaften in den inneren Organen tuberculöser Thiere ablaufenden Processe nicht nur die von der Tuberculose ergriffenen Gewebe tiefgreifende Umwandlungen erleiden, sondern auch das scheinbar noch gesunde Muskelfleisch gewisse Veränderungen erfahren muss. Denn eine Reihe von Umständen, wie die durch die Krankheit beeinträchtigte Assimilation der aufgenommenen Nahrungsmittel, ferner die Aufhäufung von Stoffwechselprodukten pathogener Bacterien im Organismus und anderes treffen zusammen, um eine starke ungünstige Beeinflussung auch der von augenfälligen Krankheitsherden nicht durchsetzten Organe hervorzurufen und dadurch ihre chemische Zusammensetzung zu verändern. Bestand die oben ausgesprochene Annahme zu Recht dann liess sich weiterhin bei Verfütterung des Muskelfleisches tuberculöser Thiere eine verschiedene Einwirkung der Fäulnisorganismen des Darmes auf das Fleisch tuberculöser und gesunder

Thiere erwarten, d. h. entweder das eine oder das andere musste rascher und in höherem Grade der Darmfäulnis verfallen.

Diese im Darm sich abspielenden Vorgänge mussten sich in dem einen oder anderen Falle durch das schnellere und stärkere Anschwellen der Aetherschwefelsäuren im Harn bemerkbar machen. Es wurden daher mit demselben Hunde zunächst 2 Versuchsreihen angestellt, in denen während der gleichen Zeitdauer die gleichen Mengen gehackten Muskelfleisches gesunder und tuberculös erkrankter Thiere zur Verfütterung kamen. Die Ergebnisse der beiden Versuchsreihen sind in nachstehenden 4 Tabellen mitgetheilt:

I. Versuchsreihe.

Tabelle I.

Verfüttert wurden täglich 500 g normales gehacktes Pferdefleisch.

Datum Harn vom	Harnmenge	Spec. Gew. des Harns	Tagesmenge der Sulfatschwefelsäuren in Form von $BaSO_4$	Tagesmenge der Aetherschwefelsäuren in Form von $BaSO_4$	Durchschnitt aus den täglich ausgeschied. Aetherschwefelsäuren in Form v. $BaSO_4$
7./8. XI. 95	255,0	—	4,381	0,076	
8./9. » »	220,0	—	7,150	0,057	
9./10. » »	230,0	1,056	8,215	0,087	
10./11. » »	210,0	1,051	7,472	0,071	
11./12. » »	240,0	1,050	8,270	0,115	0,110
12./13. » »	270,0	1,051	9,671	0,129	
13./14. » »	276,0	1,051	10,316	0,171	
14./15. » »	288,0	1,052	7,666	0,178	

Tabelle II.

Verfüttert wurden täglich 500 g gehacktes, äusserlich nicht verändertes Fleisch einer tuberculösen Kuh.

Datum Harn vom	Harnmenge	Spec. Gew. des Harns	Tagesmenge der Sulfatschwefelsäuren in Form von $BaSO_4$	Tagesmenge der Aetherschwefelsäuren in Form von $BaSO_4$	Durchschn. a. d. täglich ausgesch. Ätherschwefels. in Form v. $BaSO_4$
22./23. XI. 95	333,0	1,051	12,247	0,146	
23./24. » »	275,0	1,060	8,360	0,182	
24./25. » »	260,0	1,055	7,776	0,182	
25./26. » »	300,0	1,058	8,880	0,192	0,187
26./27. » »	275,0	1,052	7,837	0,159	
27./28. » »	290,0	1,053	8,845	0,174	
28./29. » »	290,0	1,052	7,450	0,261	
29./30. » »	290,0	1,052	11,026	0,196	

II. Versuchsreihe.

Tabelle III.

Verfüttert wurden täglich 500 g gehacktes Fleisch einer gesunden Kuh.

Datum Harn vom	Harnmenge	Spec. Gew. des Harns	Tagesmenge der Sulfatschwefelsäuren in Form von $BaSO_4$	Tagesmenge der Aetherschwefelsäuren in Form von $BaSO_4$	Durchschn. a. d. täglich ausgesch. Ätherschwefels. in Form v. $BaSO_4$
9./10.XII. 95	285,0	1,062	8,685	0,159	
10./11. » »	290,0	1,062	10,892	0,174	0,161
11./12. » »	280,0	1,061	10,197	0,151	

Tabelle IV.

Verfüttert wurden täglich 500 g gehacktes, äusserlich nicht verändertes Fleisch einer tuberculösen Kuh.

Datum Harn vom	Harnmenge	Spec. Gew. des Harns	Tagesmenge der Sulfatschwefelsäuren in Form von $BaSO_4$	Tagesmenge der Aetherschwefelsäuren in Form von $BaSO_4$	Durchschn. a. d. täglich ausgesch. Ätherschwefels. in Form v. $BaSO_4$
16./17.XII. 95	340,0	1,055	11,070	0,170	
17./18. » »	305,0	1,059	9,235	0,162	0,166
18./19. » »	310,0	1,055	9,268	0,167	

Vergleichen wir nun zunächst die in Tabelle I und II angegebenen Resultate der ersten Versuchsreihe, so sehen wir bei der Fütterung mit normalem Pferdefleisch die Aetherschwefelsäuren nur langsam ansteigen und erst in den letzten Versuchstagen eine bedeutendere Höhe erreichen. Nach der Fütterung mit mikroskopisch nicht verändertem Muskelfleisch einer tuberculösen Kuh sehen wir dagegen die Werthe für die gepaarten Schwefelsäuren bereits vom zweiten Tage ab zu Zahlen ansteigen, welche die letzten der Tabelle I übertreffen resp. ihnen gleichkommen. Es findet sich also durch diese Versuchsreihe die im Vorstehenden gemachte Voraussetzung, dass sich das Fleisch tuberkulöser Thiere gegenüber der Darmfäulnis different von dem gesunder Thiere verhalten möchte, vollkommen bestätigt, da es weit schneller und energischer durch die im Darm verlaufenden Fäulnisvorgänge zersetzt wurde.

In der zweiten Versuchsreihe, in der das Fleisch einer gesunden und einer tuberculös erkrankten Kuh verfüttert wurde, zeigen sich die gleichen Verhältnisse. Allerdings bleiben die Zahlen für die Aetherschwefelsäuren in Tabelle III nicht so auffällig hinter denen der Tabelle IV zurück, wie die nach Pferdefleischfütterung erhaltenen gegen die der Tabelle 2. Trotzdem macht sich, wenn man die Durchschnittszahlen für die ausgeschiedenen Aetherschwefelsäuren in den beiden letzten Tabellen bildet und einander gegenüberstellt (0,161 in Tabelle III gegen 0,166 in Tabelle IV) eine merkbare Differenz zu Gunsten der Fütterung mit Fleisch gesunder Thiere geltend.

Noch sinnfälliger zeigt sich die höhere Fäulnisfähigkeit des Fleisches tuberculöser Thiere, wenn man statt der einzelnen, an sich kleinen Zahlen für die Aetherschwefelsäure die Verhältniszahlen aus den Summen der Sulfatschwefelsäuren und den Summen der Aetherschwefelsäuren der verschiedenen Tabellen mit einander vergleicht. Wir erhalten dann, ich will mit A die Summe der Sulfatschwefelsäuren, mit B die Summe der Aetherschwefelsäuren bezeichnen:

in Versuchsreihe I	Tabelle 1	$\frac{A}{B} = 71.$
	» 2	$\frac{A}{B} = 48.$
in Versuchsreihe II	Tabelle 1	$\frac{A}{B} = 61{,}5.$
	» 2	$\frac{A}{B} = 59{,}4.$

Allerdings hat man sich in letzter Zeit daran gewöhnt, die absoluten Zahlen der Aetherschwefelsäuren als Indicatoren der grösseren oder geringeren Darmfäulnis zu betrachten. Denn nach der Veröffentlichung der Baumann'schen Arbeiten über die Darmfäulnis wurden häufig die Verhältniszahlen aus Sulfat- und Aetherschwefelsäuren in Vergleich gezogen, gleichviel ob die Art der Ernährung in den verschiedenen Versuchen dieselbe war oder nicht. Zahlreiche Irrthümer waren die Folge und verringerten den Werth solcher Untersuchungen. Bei meinen Versuchen dagegen, wo Quantität und Qualität des Fütterungs-

materials dieselbe war,[1]) ist ein Vergleich zwischen den genannten Verhältniszahlen sicherlich statthaft und von Wichtigkeit.

Zur weiteren Sicherstellung der im Vorstehenden gewonnenen Ergebnisse wurde noch ein Fütterungsversuch an dem auch zu den früheren Versuchen verwandten Hunde vorgenommen. Es kamen einerseits 150 g normales, gehacktes Rindfleisch, das mit 350 g gehackter, gesunder Rinderlunge gemischt war, zur Verfütterung. Im anderen Falle wurden den 150 g gesunden Rindfleisches 350 g gehackte, tuberculöse Rinderlunge beigefügt. Die Resultate des Versuches folgen in nachstehenden Tabellen:

III. Versuchsreihe.

Tabelle V.

Verfüttert wurden täglich 150 g normales gehacktes Rindfleisch und 350 g gehackte, gesunde Rinderlunge.

Datum Harn vom	Harnmenge	Spec. Gew. des Harns	Tagesmenge der Sulfatschwefelsäuren in Form von $BaSO_4$	Tagesmenge der Aetherschwefelsäuren in Form von $BaSO_4$	Durchschn. a. d. täglich ausgesch. Ätherschwefels. in Form v. $BaSO_4$
9./10. I. 96	285,0	1,054	7,963	0,125	0,1308
10./11. » »	260,0	1,054	11,814	0,156	
11./12. » »	250,0	1,062	7,350	0,1325	
12./13. » »	238,0	1,057	7,126	0,1099	

Tabelle VI.

Verfüttert wurden täglich 150 g normales gehacktes Rindfleisch und 350 g gehackte, von zahlreichen Tuberkeln durchsetzte Rinderlunge.

Datum Harn vom	Harnmenge	Spec. Gew. des Harns	Tagesmenge der Sulfatschwefelsäuren in Form von $BaSO_4$	Tagesmenge der Aetherschwefelsäuren in Form von $BaSO_4$	Durchschn. a. d. täglich ausgesch. Ätherschwefels. in Form v. $BaSO_4$
16./17. I. 95	255,0	1,065	8,629	0,184	0,1779
17./18. » »	310,0	1,065	9,926	0,186	
18./19. » »	305,0	1,049	8,9844	0,1439	
19./20. » »	330,0	1,050	7,2831	0,198	

1) Diese Gleichheit drückt sich auch in der guten Uebereinstimmung der Gesammtmengen der Sulfatschwefelsäure aus, welche in den einzelnen Versuchsreihen im Harn sich fanden. Denn bezeichne ich mit a die Summe

Ein Blick auf die Tabellen zeigt, dass auch in dieser Versuchsreihe, in der durch Tuberculose stark veränderte Organe zur Verfütterung gelangten, dieselben sich in Uebereinstimmung mit den Resultaten der früheren Versuche der Fäulnis weit zugänglicher erwiesen, wie die gleichen Organe gesunder Thiere. Eine Erscheinung, die hier gleichfalls recht geeignet in den Durchschnittszahlen der täglich ausgeschiedenen Aetherschwefelsäuren und in dem Verhältnis von den Sulfat- zu den Aetherschwefelsäuren hervortritt. Denn bei der Fütterung von gesunder Lunge beträgt der Durchschnitt der Aetherschwefelsäuren 0,1308 g als $BaSO_4$, das Verhältnis der Gesammtsulfate zu den Gesammtätherschwefelsäuren $\frac{A}{B} = 65$, bei der Fütterung von tuberculoser Lunge dagegen 0,1779 g als $BaSO_4$ und die Verhältniszahl der Gesammtsulfat- zu den Gesammtätherschwefelsäuren sinkt auf $\frac{A}{B} = 48$.

Bemerken möchte ich noch bezüglich der Versuchsanordnung der letzten Versuchsreihe, dass jedesmal der Lunge 150 g normalen Fleisches beigefügt wurden, weil sich bei dem geringen Gehalt der Lunge an fäulnisfähiger Substanz ein starkes Absinken der Darmfäulnis erwarten liess, wenn nicht gleichzeitig grössere Menge fäulnisfähigen Materials in den Darm eingeführt wurden. Die regelmässige Untersuchung der Fäces der verschiedenen Versuchsreihen auf Phenol, Indol, Scatol und Hydro-para-Cumarsäure, die nach dem in Hoppe-Seyler's Handbuch für physiologische Chemie angegebenen Verfahren ausgeführt wurde, ergab keinen wesentlichen Unterschied zwischen den nach Fütterung mit normalem Fleisch und den nach Fütterung

der nach Fütterung von normalem Fleisch, mit b die Summe der nach Fütterung mit tuberculösem Fleisch ausgeschiedenen Sulfatschwefelsäure, so beträgt

in Versuchsreihe I a = 63,141,
b = 62,421,
in Versuchsreihe II a = 29,774,
b = 29,1673,
in Versuchsreihe III a = 34,253,
b = 34,822.

mit tuberculösem Fleisch ausgeschiedenen Fäces, soweit wenigstens die Beurtheilung der qualitativen Reactionen ein Urtheil gestattete.

Die aus meiner Arbeit sich ergebenden Resultate kurz zusammengefasst lauten dahin:

Sowohl die tuberculös veränderten Organtheile, wie auch das scheinbar noch nicht veränderte Muskelfleisch tuberculöser Rinder erweisen sich in höherem Grade der Darmfäulnis zugänglich, wie die Organe und das Fleisch gesunder Thiere.

Berlin, den 6. März 1896.

Apparat zur Demonstration der Luftdurchgängigkeit von Kleidungsstoffen.

Von

Max Rubner.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

(Mit 1 Figur.)

Die Ausgestaltung der hygienischen Vorlesungen mit Experimenten, welche die Anschauung und das Verständnis der behandelten Fragen thunlichst fördern, ist noch sehr in der Entwicklung begriffen. Es ist vielleicht deshalb nicht zwecklos, wenn ich im Folgenden auf eine Versuchsanordnung aufmerksam mache, welche sich mir zur Klarstellung der Luftdurchgängigkeit der Kleidungsstoffe im Vorlesungsexperiment als brauchbar erwiesen hat.

Die Luftdurchgängigkeit von Bodenarten verschiedener Korngröfse kann man gut demonstriren, wenn man die Proben in Röhren von 50 cm Länge verschliesst, Gas hindurchleitet und dieses an dem Ausstrom mittels eines kleinen Einlochbrenners brennen lässt.

Für die Bekleidungshygiene lässt sich aber ein ähnliches Experiment nur mit Watte u. dergl. anstellen, während alle natürlichen Gewebe viel zu impermeabel für einen derartigen Versuch sich erweisen.

Ich habe daher seit mehreren Jahren folgende Einrichtung inne gehalten.

Ein Stativ *a* ist mit zwei vertical stehenden Trägern verbunden. Der eine Träger dient zur Befestigung einer Gasröhre *b* mit vier seitlichen Schlauchansätzen. Gummischläuche vermitteln die Verbindung mit vier gleich grossen Kapseln, in welchen die Kleidungsstoffe eingeschlossen sind; sodann gelangt das Leuchtgas durch weitere Gummiverbindung nach den vertical gestellten Gasröhren mit Einlochbrennern. Getragen werden letztere durch eine Stütze, die auf dem Fusse des Statives *a* befestigt ist.

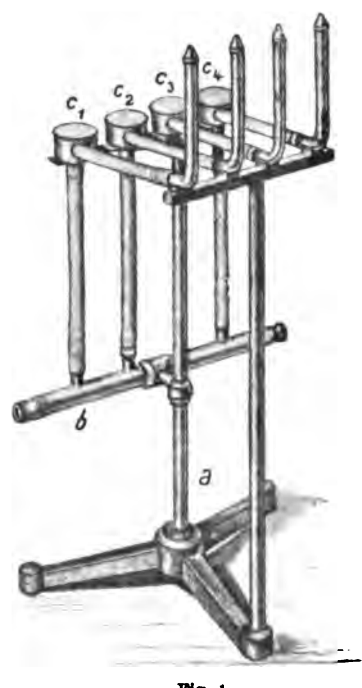


Fig. 1.

Die wesentlichen Theile sind demnach die Kapseln C_1, C_2, C_3, C_4 und die Brenner.

Die innere Einrichtung der Kapseln ist folgende:

Der Deckel derselben ist mittels Gewinde aufschraubbar. Das Lumen der Kapsel hat auf etwa $^3/_4$ cm vom Boden eine Hervorragung. Auch die Zuleitung des Gases tritt bis zu dieser Ebene vor. Der zum Experiment dienende Stoff wird eingelegt und lagert auf der Hervorragung und dem Gaseintrittsrohr. Damit letzteres durch den Stoff nicht geschlossen werden kann, besitzt es auch seitliche Öffnungen.

Auf den Rand, auf welchem der Stoff liegt, wird dann ein Metallring, der ganz genau eingepasst ist, aufgesetzt, und wenn man jetzt den Deckel aufschraubt, so drückt dieser gleichzeitig den Ring fest auf den Stoff. Es muss daher das Leuchtgas, welches die Kapsel durchsetzen will, durch den eingebrachten Kleidungsstoff hindurchtreten. Manchmal lagern sich Bestandtheile des Leuchtgases an den Stoff ab, weshalb man gut daran thut, von Zeit zu Zeit die älteren Gewebe durch frische zu ersetzen. Man achte noch darauf, dass die Brenner gleiche Quer-

schnitte haben; man prüft zu diesem Zwecke, ehe man den Apparat mit Stoffen beschickt, die Flammen auf ihre Höhe.

Die Experimente, welche sich gut demonstriren lassen, sind:

1. Die Luftdurchgängigkeit bei verschieden dicker Lage der Stoffe, sowie

2. bei gleicher Stoffdicke aber ungleicher Webweise.

Der Querschnitt der Kapsel muss wohl zumeist für diese beiden Experimente verschieden gross gewählt werden.

Sphärometer mit variirbarer Belastung.

Von

Max Rubner.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

(Mit 2 Figuren.)

Die Messung der Dicke von Geweben, welche eine so ausnehmend wichtige Bedeutung für die Beurtheilung von Stoffen, die zur menschlichen Bekleidung verwendet werden, besitzt, habe ich bisher durch Auflage von Korkstücken, an welchen ein verticales Stäbchen mit einer horizontal gestellten Nadel befestigt ist, ausgeführt.[1]) Die horizontal stehende Nadel befand sich vor einem Maassstab, und der Stand der Nadel wurde mittels Kathetometerablesung festgestellt. Die Stoffe wurden in 4—16facher Lage angewandt. Es hat sich die Methode durchaus bewährt; nur habe ich manchmal den Umstand, dass eben eine grosse Menge eines Gewebes dabei zur Hand sein muss, störend und hemmend empfunden, und war daher auf eine Vereinfachung der Versuchsbedingungen bedacht.

Nach manchen Vorversuchen ist ein Instrument entstanden, das allen Anforderungen an Bequemlichkeit und Einfachheit der Hantirung entspricht, die Kathetometerablesung überflüssig macht und doch den höchsten Grad von Genauigkeit erreichen lässt.

Das Instrument, das man »Sphärometer« heissen kann, versucht zur Dickenmessung die Mikrometerschraube zu ver-

---

1) Archiv für Hygiene, Bd. XV, S. 29.

werthen, wie dies für ähnliche Zwecke schon mehrfach geschehen ist. Die nähere Einrichtung ist folgende: Fig. 1 gibt ein Ansichtsbild, Fig. 2 die näheren Details. Auf einem Stativ *a* (Fig. 2) ist der Horizontalbalken *m* und an diesem die verticale Hülse *l* befestigt. In deren Gewinde läuft die Mikrometerschraube, welche bei *b* durch eine grosse in 100 Theile getheilte Scheibe

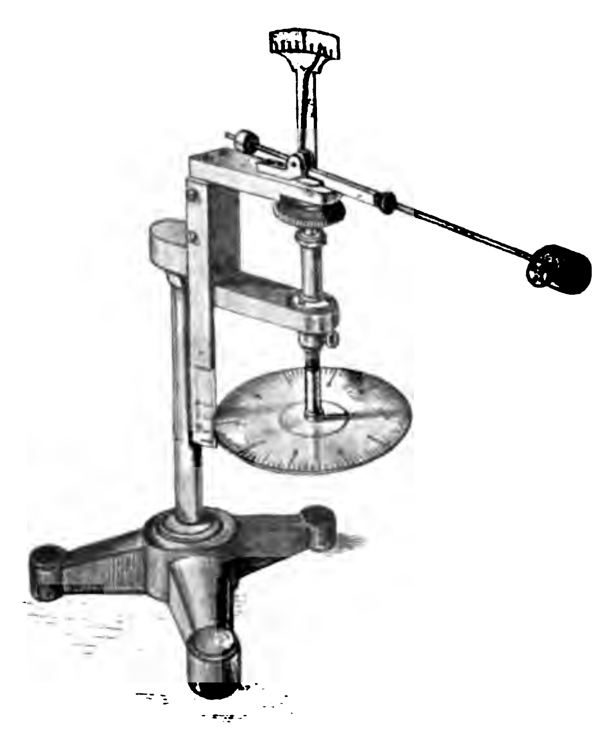


Fig. 1.

gedreht werden kann. Je zwei Umdrehungen entsprechen einem Millimeter, also ein Scalentheil $= \frac{1}{200}$ mm $= 0{,}005$ mm.

Der 0-Punkt läfst sich durch die Lage zu der Scala *g* erkennen, die auf dem verticalen Stab *s* eingegraben ist. Die Scala *g* gibt Millimeter an.

Die Mikrometerschraube hebt den Tisch *C*, der durch die Schraube *t* an der Drehung gehindert wird.

Der Metallbügel *m* trägt an seinem Ende eine kleine Platte von 8 mm und eine solche von 1,5 mm Durchmesser, die auch durch ein feines Schräubchen fixirt wird. Der Stift des Plättchens drückt auf einen Hebel, 4 mm entfernt von dessen Achse. Auf dem Hebel befindet sich der Zeiger *v*, der vor einer kleinen Scala *f* hin und her bewegt werden kann. Berührt der Tisch *c* das Plättchen *d*, so steht der Zeiger auf 0 und ebenso die Mikrometer-Schraubenplatte auf 0 an der Scala *g*.

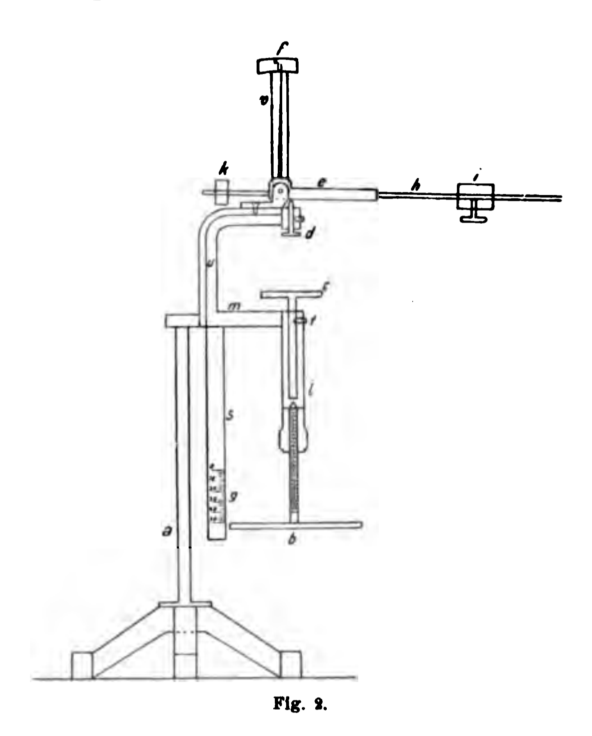


Fig. 2.

Der Hebel hat bei *k* ein Laufgewicht, durch welches das Stück *e* ausbalancirt werden kann; *h* mit dem 10,8 g schweren Laufgewicht *i* lässt sich abschrauben und kann beliebig ausgeschaltet werden.

Der Gebrauch des Instrumentes dürfte ohne Weiteres aus der Beschreibung verständlich sein. Man senkt zur Messung einer Substanz die Mikrometerschraube *b*, wodurch der Zeiger *v* nach rechts fällt.

Dann bringt man den zu messenden Körper dazwischen und stellt durch Höherdrehen auf 0 ein. Legt sich ein Stoff gut auf den anderen, so erhält man mit der Dicke der Schichten gleichmässig zu nehmende Zahlen, z. B. bei Papier wurde gemessen:

1 Lage	42,0	Scalentheile	= 0,2100	mm für 1 Lage
2 Lagen	79,0	»	= 0,1975	» » » »
3 Lagen	161,0	»	= 0,2010	» » » »
4 Lagen	334,0	»	= 0,2071	» » » »

Bei Kleidungsstoffen erhält man häufig grössere Differenzen, weil diese Gewebe auf grösseren Flächen nie ganz gleichmässig auszufallen pflegen.

Besonders bei manchen Tricotgeweben ist mir dies aufgefallen; es finden sich oft geradezu Grübchen in denselben, wo die Substanz um 50% dünner ist wie an anderen Stellen. Die Ursache liegt in einer nicht immer tadelfreien Herstellung dieser Gewebe.

Die Genauigkeit der Messung ist eine ausserordentlich grosse, die Ablesung absolut scharf, so dass wir mit dem Sphärometer, wie ich später zeigen werde, zu einer Erweiterung der Kenntnisse über die Grundeigenschaften der Gewebe gelangen.

Mit diesem Instrumente können zugleich die Dickenmessungen bei verschiedener Belastung ausgeführt werden.

Zu diesem Zwecke hat man nur die Stange *h* anzubringen und das Laufgewicht *i*. Für diesen Fall hat man aber vorher den 0-Punkt zu bestimmen; bei meinem Sphärometer musste ich je nach der Belastung 3—5 Scalentheile wegen Verschiebung des 0-Punktes den abgelesenen Dicken hinzufügen.

Die Belastung des Stoffes lässt sich ausser durch das Laufgewicht noch durch die verschiedene Grösse des Plättchens *d* variiren.

Das Sphärometer mit variirbarer Belastung eignet sich speciell zur Prüfung der elastischen Eigenschaften der Kleidungsstoffe, so z. B. der Comprimirbarkeit wie zum Studium der wechselnden Comprimirbarkeit unter verschiedenen Bedingungen. Die mit dem Sphärometer gemessene Dicke soll weiters zur Ableitung

des spec. Gewichtes und des Porenvolumens der Stoffe dienen. Zu diesem Behufe muss man dann noch das Flächengewicht der Stoffe kennen. Es ist nicht immer bequem, grössere Stoffstücke mit dem Maassstab auszumessen und nach der Grösse und dem absoluten Gewicht das Flächengewicht abzuleiten.

Ich habe daher auch die Bestimmungsmethode des letzteren zu vereinfachen gesucht und finde es zweckmässig, wenn man mittels eines genau 5 qcm umfassenden Durchschlages Stücke aus einem Stoffe herausschlägt, wiegt und zur Mittelberechnung verwerthet.

Für die meisten Fälle ist es gleichgültig, ob die Stoffstückchen, deren Dicke man misst, den gleichen Querschnitt haben wie *d*, oder diesen überragen. Es können aber Fälle eintreten, wo man mit den Flächen sich innerhalb der durch *d* gegebenen Grösse halten muss.

Apparat zur Demonstration der Comprimirbarkeit der menschlichen Bekleidungsstoffe.

Von

Max Rubner.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

(Mit 1 Figur.)

Der in vorhergehender Notiz beschriebene Apparat eignet sich, wie berichtet, sehr gut zu wissenschaftlichen Messungen. Neben dieser Aufgabe besteht aber immer noch das Bedürfniss, einem grossen Zuschauerkreise die eine oder andere einschlägige Thatsache rasch vorzuführen.

Für diese Aufgabe der Demonstration habe ich folgenden Apparat mir herstellen lassen:

Auf dem Stativ *a* ist ein Querbügel aus Metall (*b*) angebracht, welcher links mit der Rolle *c* endigt; rechts ist die Rolle *d* mit einem Zeiger, der auf dem Halbkreis *e* sich hin- und herbewegen kann.

Das Gefäss *h* ist auf dem einen Fuss des Stativs aufgeschraubt; der Mantel dieses Gefässes ist nur mittels Conus auf der Bodenplatte befestigt und kann jederzeit leicht entfernt werden. In Mitte des Bodenstückes erhebt sich vertikal ein Stäbchen; auf dieses werden die mit einer kreisrund ausgeschlagenen Oeffnung versehenen Stoffstückchen aufgelegt. Zur Erzeugung der Compression dient eine ½ cm dicke Messingplatte, welche durch ein Messingrohr mit der Schale *g* in Verbindung steht. Legt man bei *g* Gewichte auf, so werden die

Stoffe comprimirt, wobei der Stift, auf welchen die Gewebe aufgesteckt sind, in das Innere des die Messingplatte und *g* verbindenden Röhrchens tritt.

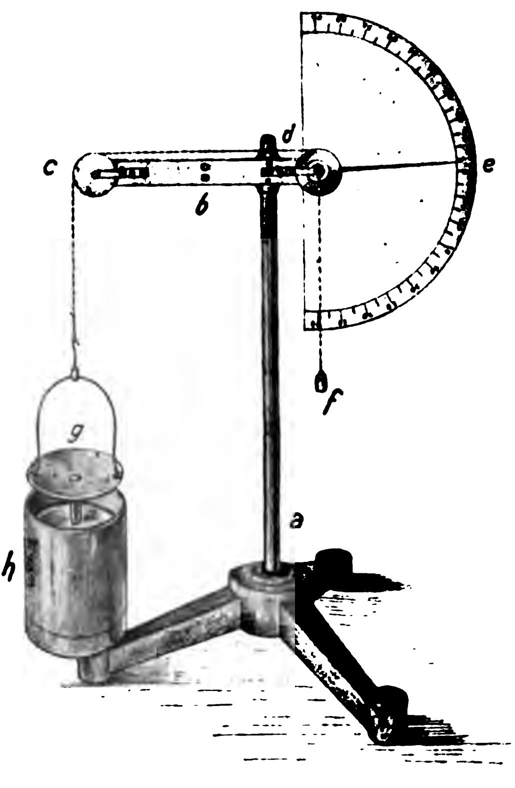
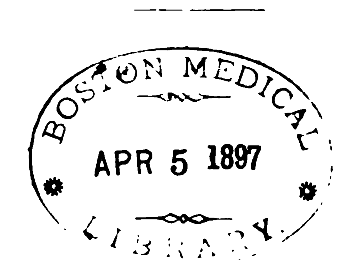


Fig. 1.

Wie weit sich *g* senkt, kann man erkennen durch die Schwankungen des Zeigers auf *e*; denn mit diesem wird durch eine mittels Gegengewicht bei *f* gespannt erhaltene Schnur die nöthige Verbindung hergestellt.

Für die Untersuchung von trockenen Geweben kann man den Mantel *h* ganz bei Seite lassen; derselbe ist nur angebracht worden, um auch Experimente bei Gegenwart von Wasser vorführen zu können.

Will man Messungen in absoluten Werthen ausführen, so ist nur nöthig, zu bestimmen, wie vielen Millimetern ein Skalentheil entspricht. Bei meinem Instrument kann ich mittels eines Skalentheiles die Compression um 0,25 mm noch nachweisen, was für die Experimente eine mehr als genügende Genauigkeit darstellt.



Die Comprimirbarkeit der Kleidungsstoffe im trockenen Zustande und bei Gegenwart von Feuchtigkeit.

Von

Max Rubner.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Die Weichheit der Stoffe bietet neben dem Aussehen derselben einen wichtigen Anhaltspunkt bei der Beurtheilung der Handelsgewebe. In erster Linie will man darnach die Behaglichkeit, die ein solcher Stoff beim Tragen am Körper bieten wird, beurtheilen. Die Weichheit, Comprimirbarkeit oder wie man diese Eigenschaft bezeichnen will, hat aber eine Bedeutung, die über die Erregung des Behaglichkeitsgefühls hinausgeht und ist werth, von hygienischer Seite einem näheren Studium unterzogen zu werden.

Man muss sich in erster Linie klar machen, dass die Comprimirbarkeit der Kleidungsstoffe als etwas anderes — in den meisten Fällen wenigstens — betrachtet werden muss als die Elasticität von Gummi, Stahl, Fischbein oder dgl.

Die Kleidungsstoffe sind Gemenge von Luft und festen Stoffen. Die Compression besteht in einer Annäherung der Haare oder Fäden oder Fasern entgegen dem Widerstande, wie derselbe durch die elastischen Eigenschaften bedingt wird. Bei gewaltigem Druck lagern sich wohl auch die festen Theile einer Kleidung lückenlos aneinander, und diese selbst werden durch die einwirkende Kraft einer Deformation unterworfen. Auch die Zugelasticität und die Zerreissbarkeit sind Eigenschaften, die mit

den vorgenannten mehr oder minder zusammengehören. Ich will aber in folgendem nur von der Comprimirbarkeit der Gewebe sprechen und unter diesem Ausdruck verstehen, auf wie viele Procente seines ursprünglichen Volumens ein Kleidungsstoff durch eine aufgelegte Last zusammengedrückt wird.

Was man im täglichen Leben Weichheit der Stoffe nennt und mittelst Fingerdruck zu prüfen pflegt, deckt sich nicht ganz mit dem Begriff Comprimirbarkeit, wie späterhin näher begründet werden soll.

Auf die Bedeutung, welche die ungleiche Comprimirbarkeit der Kleidungsstoffe besitzt, habe ich schon vor Jahren hingewiesen und zugleich eine grosse Anzahl von Messungen angegeben.[1]) Ich habe damals gezeigt, dass die Comprimirbarkeit eine höchst ungleiche genannt werden muss und, dass diese Eigenschaft in erster Linie nicht von der Art der Grundsubstanz, sondern von der Verarbeitung abhängig ist.

Das Sphärometer erleichtert die Untersuchung in der gedachten Richtung ungemein, und da zugleich eine Ergänzung meiner früheren Messungen erwünscht war, speciell eine Erweiterung mit Rücksicht auf den Einfluss, welchen die Feuchtigkeit auf die in Frage stehenden Eigenschaften ausübt, so sind die nachfolgenden Experimente ausgeführt worden.

Die zur Untersuchung benutzten, in kleine Stückchen geschnittenen Gewebe werden zwischen die Platte des Sphärometers[2]) gebracht; im allgemeinen kann man den Stücken eine beliebige Form geben. Es können aber Fälle eintreten, unter welchen es besser ist, wenn die Gewebestücke kreisrund und nicht grösser als die Stempelfläche des Sphärometers gemacht werden.

Für die in erster Linie stehenden Fragen über etwaige Ungleichheiten der Comprimirbarkeit könnte man bei der früher von mir gewählten Versuchsanordnung[3]) verbleiben und zusehen,

1) Archiv für Hygiene, Bd. XV, S. 40.
2) Dieser Band, S. 44.
3) Archiv für Hygiene, Bd. XV.

wie sich die Dicke der Stoffe bei bestimmter immer gleichmässig in allen Fällen festgehaltener Belastung ändert. Die genaueren Angaben des Sphärometers gestatten aber auch einzelne, dünne Lagen in der in Frage stehenden Richtung zu untersuchen und vor allem kann man mit ganz kleinen Stoffproben bereits solche Experimente zur Ausführung bringen.

Die zu den Experimenten benutzten Belastungen waren erheblich grösser wie die früher von mir angewandten; zur Dickenmessung kam immer zuerst die Belastung 0 in Anwendung, sodann als I bezeichnet die Last 416 g pro 1 qcm und als II die Last 565 g pro qcm; die Grenze der Comprimirbarkeit war mit keiner dieser Belastungen erreicht.

Die Kleidungsstoffe wurden zuerst trocken untersucht und mehrere Messungen vorgenommen. Für die verschiedenen Belastungen muss der 0-Punkt besonders bestimmt werden. Mein Instrument gab bei 416 g Belastung eine Abweichung des 0-Punktes um 3°, bei 565 g Belastung um 5°; dafür ist zu corrigiren. Da die gemessene Fläche nur 0,5 qcm beträgt, so müssen mehrere Ablesungen von verschiedenen Stellen eines Stoffes zu einer Mittelzahl vereinigt werden.[1])

Die Stoffe werden sodann in Wasser getaucht, in üblicher Weise benetzt und wieder gemessen.

Die Versuchsergebnisse sind sowohl für trockene als für feuchte Stoffe in nachstehenden beiden Generaltabellen (Tabelle I u. II s. S. 54 u. 55) niedergelegt. Tabelle I enthält die absoluten Werthe, Tabelle II die relativen Werthe. Die Stoffe waren in kleine viereckige Plättchen geschnitten, welche den Compressionsstempel überragten. Diese Anordnung könnte bei grosser Dicke der zu untersuchenden Schichten durch einen seitlichen Zug der überragenden Theile einen Fehler insofern erzeugen, als bei dickeren Schichten die Comprimirbarkeit zu gering befunden werden könnte.

---

1) Für solche Fälle, bei welchen man schwächere Belastungen wünscht, habe ich mir noch einen Stempel mit 1,5 qcm Fläche anfertigen lassen, der beliebig eingesetzt werden kann. Der auf dem Stoff lastende Druck wird dadurch auf 277 bis 376 g per 1 qcm herabgesetzt.

Generaltabelle I.

Stoff	(Trocken) Dicke in mm			(Feucht) Dicke in mm		
	0	I	II	0	I	II
Kaschmir	0,350	0,185	0,170	0,450	0,185	0,165
» 4 Lagen	1,405	0,957	0,925	1,775	1,145	1,090
Mittel, 1 Lage	0,351	0,228	0,219	0,445	0,266	0,251
Wolltricot	1,140	0,580	0,550	1,105	0,562	0,532
»	1,215	0,530	0,495	—	—	—
» 2 Lagen	2,660	1,005	0,907	2,225	0,860	0,765
Mittel	1,254	0,528	0,488	1,108	0,474	0,432
Wollkrepp	1,560	0,477	0,372	1,490	0,490	0,420
Wollflanell	1,465	0,545	0,450	1,025	0,400	0,380
Batist, 1 fach	0,140	0,105	0,100	0,150	0,110	0,090
» »	0,130	0,097	0,095	0,147	0,095	0,092
» »	0,140	0,105	0,100	0,145	0,105	0,097
» 2 fach	0,277	0,202	0,197	0,275	0,202	0,190
» 3 fach	0,412	0,297	0,287	0,437	0,310	0,287
» 10 fach	1,612	1,127	1,085	1,920	1,115	1,067
Mittel	0,150	0,107	0,103	0,171	0,108	0,101
Lahmann	0,950	0,427	0,391	0,870	0,367	0,352
Baumwollkrepp	1,445	0,502	0,477	1,325	0,445	0,411
Seide, 1 fach	0,200	0,117	0,115	0,195	0,120	0,117
» »	0,165	0,110	0,107	0,165	0,102	0,097
» »	0,177	0,107	0,102	0,180	0,107	0,102
» 2 fach	0,377	0,232	0,205	0,357	0,237	0,225
» 3 fach	0,577	0,362	0,342	0,547	0,350	0,325
» 5 fach	0,907	0,600	0,577	0,907	0,602	0,580
Mittel	0,185	0,117	0,111	0,180	0,116	0,111
Seidetricot	0,530	0,250	0,232	0,550	0,250	0,232
» 2 fach	0,907	0,600	0,577	0,907	0,602	0,580
Mittel	0,479	0,283	0,269	0,486	0,282	0,270
Seidekrepp	0,957	0,322	0,247	1,020	0,572	0,471
Leinen	0,222	0,195	0,192	0,305	0,225	0,220
» 5 fach	1,160	0,980	0,952	1,552	1,250	1,230
Mittel	0,230	0,196	0,191	0,309	0,246	0,241
Grobes Leinen	0,607	0,445	0,435	0,655	0,470	0,442
» »	0,522	0,407	0,402	0,607	0,442	0,427
» » 2 fach	0,952	0,805	0,787	1,137	0,890	0,802
» » 3 fach	1,567	1,272	1,247	1,835	1,345	1,290
Mittel	0,529	0,447	0,410	0,605	0,449	0,423
Leinentricot	1,070	0,690	0,690	1,019	0,707	0,677

Generaltabelle II.

Stoff	Trocken 0	Trocken I	Trocken II	Nass 0	Nass I	Nass II
Kaschmir	100	53	48	129	53	47
» 4 Lagen	100	68	65	126	81	78
Mittel	100	60	56	127	67	62
Wolltricot	100	51	48	95	49	47
»	100	44	40	—	—	—
» 2 fach	100	38	34	84	32	28
Mittel	100	44	41	89	40	38
Wollkrepp	100	31	24	95	31	27
Wollflanell	100	37	31	70	27	26
Batist	100	75	71	107	77	64
»	100	75	73	113	73	70
»	100	75	71	104	75	70
» 2 fach	100	73	71	99	73	68
» 3 fach	100	72	70	106	77	70
» 10 fach	100	75	73	118	73	70
Mittel	100	74	71	108	74	68
Lahmann	100	45	41	91	39	37
Baumwollkrepp	100	35	33	92	30	28
Seide, 1 fach	100	58	57	97	60	58
» »	100	66	64	100	62	58
» »	100	60	57	102	60	57
» 2 fach	100	61	54	95	62	59
» 3 fach	100	62	59	95	61	56
» 5 fach	100	66	63	100	66	63
Mittel	100	62	59	98	62	58
Seidetricot	100	48	44	103	47	44
» 2 fach	100	51	49	100	54	49
Mittel	100	49	46	101	50	46
Seidekrepp	100	30	25	107	58	44
Leinen	100	88	87	137	100	99
» 5 fach	100	85	82	134	108	106
Mittel	100	86	84	135	104	102
Grobes Leinen	100	73	71	108	77	73
» »	100	78	77	116	84	81
» » 2 fach	100	84	82	119	95	84
» » 3 fach	100	81	79	117	85	82
Mittel	100	79	77	112	85	80
Leinentricot	100	64	64	95	66	65

Ich habe aber einige orientirende Versuche hinsichtlich dieser Fehlerquelle angestellt, welche zeigten, dass innerhalb der für unsere Experimente in Frage kommenden Grenzen die ausgesprochenen Bedenken keine Geltung haben. Flanell wurde der ungemein grossen Belastung von 686 g pro qcm unterworfen.

Die Zahlen lassen, wie Tabelle III darthut, eine mit der Dicke unregelmässig wachsende Veränderung nicht erkennen.

Tabelle III.

Flanell, kleine Plättchen, 686 g Belastung pro 1 qcm.

		Berechnet
1 Lage	= 0,655 mm	0,666
2 Lagen	= 1,300 »	1,332
3 »	= 2,000 »	2,000

565 g Belastung.

Flanell	Probe			Mittel	Berechn.
	a	b	c		
1 Lage	0,575	0,560	0,690	0,608	0,626
2 Lagen	1,230	1,102	1,415	1,249	1,252
3 »	1,865	1,712	2,055	1,877	1,877

Die kleine Tabelle für 565 g Belastung betrifft in *a* überragende Flanellstücke, in *b* und *c* Flanellstückchen von gleicher Grösse mit dem Stempel. Es ist ein störender Einfluss auf die Dickenmessung bei diesem lockersten Gewebe nicht nachweisbar, also auch für andere Gewebe nicht zu erwarten.

Die Generaltabellen führen ausserdem für die dünnen Stoffe allemal auch Messungen mit mehrfachen Lagen auf, welche gleichfalls die oben gemachten Voraussetzungen durchweg beweisen. Die relative Comprimirbarkeit, mit unserer Methode gemessen, ist unabhängig von der Dicke der Stoffe.

Von den Generaltabellen interessirt in erster Linie jene, welche die relativen Zahlen enthält (II). Die letzteren sind so gewonnen, dass der Werth für den trockenen Stoff bei geringster Belastung = 100 gesetzt und darauf alle übrigen Werthe bezogen wurden.

Auf Grund der Generaltabellen habe ich die übersichtliche Tabelle IV ausgearbeitet, die sich besser zur Discussion der Ergebnisse eignet. Die Gewebe sind nach Grundstoffen geordnet.

Tabelle IV.

Mittelwerthe.

Stoff	Spec. Gew.	Dicke einer Lage	Relative Zahl trocken			Relative Zahl feucht		
			0	I	II	0	I	II
Kaschmir	0,370	0,351	100	60	56	127	67	62
Wolltricot	0,160	1,254	100	44	41	89	40	38
Wollkrepp	0,124	1,560	100	31	24	95	31	27
Wollflanell	0,105	1,465	100	37	31	70	27	26
Batist	0,347	0,150	100	74	71	108	74	68
Lahmann	0,218	0,950	100	45	41	91	39	37
Baumwollkrepp	0,110	1,445	100	35	33	92	30	28
Seide, glatt	0,443	0,185	100	62	59	98	62	58
Seidetricot	0,199	0,479	100	49	46	100	50	46
Seidekrepp	0,114	0,957	100	30	25	107	58	44
Leinen	0,813	0,230	100	86	84	135	104	102
Grobes Leinen	0,543	0,519	100	79	77	112	85	80
Leinentricot	0,166	1,070	100	64	64	95	66	65

Die Comprimirbarkeit der trockenen Stoffe — von den feuchten sei vorläufig abgesehen, — ist in jeder Gruppe eine ganz ungleichartige.

Betrachten wir zunächst die Wollstoffe, so findet man bei den von mir angewandten Drucken die Elasticität nicht erschöpft, wenn schon die Comprimirbarkeit bei Belastung mit II relativ kleiner wird, als zwischen 0—I. Am meisten lässt sich Wollkrepp, weniger gut der Wollflanell, noch weniger der Wolltricot und am wenigsten der Kaschmir comprimiren.

Stab I enthält die spec. Gewichte, welche zugleich ein Ausdruck für das Porenvolum sind. Ich habe schon früher nachgewiesen, dass Comprimirbarkeit und spec. Gewicht einander parallel gehen.

Ich fand bei geringer Belastung:

für	glatte	Baumwolle	Comprimirbarkeit	0
»	»	Baumwolltricot	»	37
»	»	Baumwollflanell	»	50
»	»	Wollesommerkammgarn	»	30
»	»	Wolltricot	»	43
»	»	Wollflanell	»	54

u. s. w.[1])

Auch bei den neuen Experimenten, bei welchen die Belastungen bis 7 Mal grösser waren wie früher, zeigt sich die Abhängigkeit vom spec. Gewicht; aber mit einer Ausnahme werden wir bekannt insoferne, als der Wollkrepp trotz etwas grösserem spec. Gewicht elastischer ist als der Wollflanell.

Wie ich schon früher gezeigt habe, kommen bei demselben Grundstoff und demselben Gewebe bei gleichem spec. Gewicht erhebliche Differenzen in der Comprimirbarkeit vor. Ich besass drei Seidentricots derselben Seide, derselben Dicke, aber von ungleicher Weichheit, der eine gab um 8%, der andere 15%, der dritte um 47% bei Belastung nach.[2]) Wir müssen schliessen, dass schon Ungleichheiten in der Herstellung des Fadens einen wichtigen Einfluss haben.

Unter den Baumwollstoffen nimmt Batist die ungünstigste Stelle ein, elastischer ist der Tricotstoff und noch elastischer der Krepp; dieser Stellung entsprachen auch die specifischen Gewichte.

Seide glatt, Tricot und Krepp erweisen sich ebenfalls ungleich comprimirbar in derselben Reihenfolge wie die specifischen Gewichte sich ändern und Aehnliches zeigen die Leinenstoffe. Bei Leinen macht sich nur noch ein zu beachtender Umstand geltend, nämlich, dass beim Uebergang von Belastung I zu II keine Dickenabnahme zu beobachten, somit scheint dieser Stoff für die in Anwendung gebrachte Belastung an seine Elasticitätsgrenze gelangt zu sein.

1) Archiv für Hygiene, Bd. XV, S. 35.
2) a. a. O., S. 36.

Es dürfte nicht ohne Interesse sein, die Comprimirbarkeit unserer Kleidungsstoffe mit einer anderen Substanz, welcher Elasticität in hohem Maasse zukommt, dem schwarzen Gummi zu vergleichen.

Tabelle V.

Gummi, schwarz	Dicke in Millimetern bei Belastung			Relative Zahlen		
	0	I	II	0	I	II
1[1]) Platte . .	0,550	0,447	0,432	100	81,3	78,7
2[1]) Platten . .	1,115	0,900	0,875	100	80,7	78,4
3[1]) » .	1,657	1,420	1,405	100	85,7	84,7
4[1]) » . .	2,247	1,945	1,902	100	86,9	84,7
1 Platte . .	2,217	1,960	1,915	100	88,4	86,4
1[1]) » . .	2,175	1,950	1,910	100	89,6	87,7
2[1]) Platten . .	4,460	4,070	4,025	100	91,2	90,5
2[1]) » . .	4,445	4,040	3,927	100	90,8	88,3
3[1]) » . .	6,090	5,640	5,530	100	92,6	90,8
	Belastung 686 g p. 1 qcm			berechnet		
	a[1])	b	c	a[1])	b[1])	c[1])
1 Platte . .	0,545	0,495	0,510	0,527	0,495	0,525
2 Platten . .	1,060	0,990	1,065	1,054	0,990	1,050
3 » .	1,530	1,485	1,590	1,581	1,485	1,575
4 » . .	2,110	1,980	2,100	(2,110)	(1,980)	(2,100)

In vorstehender Tabelle habe ich die mit dem Sphärometer gemachten Messungen zusammengestellt. In der ersten Reihe wurden aus einer Gummimembran Stückchen ausgeschnitten und die Dicke nach Zulage je eines Plättchens gemessen. Platte 1 und 2 scheinen, obschon aus demselben Stück geschnitten wie 3 und 4, weicher gewesen zu sein. Auch Serie II zeigt Differenzen, indem die Comprimirbarkeit um ein Paar Procent schwankt. Auch der Umstand, dass zufällig dünnere mit dickeren Schichten wechseln, und dass man bei Wiederholung der Experimente nicht immer genau auf dieselben Stellen bei der Messung trifft, kann kleine Differenzen in den Ergebnissen erzeugen.

Die Comprimirbarkeit des einen Gummi betrug bei Belastung I 81—87%, bei Belastung II 78,4—84,7%, bei dem

1) Platte überragend; b, c entsprechend gross dem Stempel.

dickeren Gummi bei Belastung I 88,4—92,6% und Belastung II 86,4—90,8%.

Die Kleidungsstoffe weichen also einem einwirkenden Druck weit mehr aus, als der durch seine elastischen Eigenschaften bekannte Gummi.

Die Frage, welche Grundsubstanz die elastischere sei, Wolle, Seide, Baumwolle, Leinen lässt sich nicht so einfach lösen, als man meinen sollte.

Nachdem wir den Einfluss der Webweise für die elastische Eigenschaft festgestellt, muss dieser Factor, wenn möglich eliminirt werden, wenn die Wirkung des Grundstoffes zum Ausdruck kommen sollte. Diess durchzuführen habe ich in nachstehender Tabelle versucht.

Tabelle VI.

Stoff	Spec. Gewicht	Dicke	Compression auf x %	
			bei I	bei II
Wollkrepp	0,124	1,560	31	24
Seidekrepp	0,114	0,957	30	25
Baumwollkrepp	0,110	1,445	35	32
Wolltricot	0,160	1,254	44	41
Seidetricot	0,199	0,479	49	46
Baumwolltricot	0,218	0,950	45	41
Batist	0,35	0,150	74	71
Grobes Leinen	0,54	0,519	79	77
Feines Leinen	0,813	0,236	86	84
Grobes Leinen	0,54	0,519	79	77
Kaschmir	0,37	0,351	60	56
Seide	0,44	0,180	62	59
Batist	0,35	0,150	74	71

Es wurden die Stoffe nach gleichem spec. Gewichte geordnet, während die Grundsubstanzen ungleich sind; ausserdem wurden nur gleiche Gewebe mit einander verglichen. In der ersten Gruppe befinden sich die Kreppstoffe. Wolle, Seide, Baumwolle, zeigen ungleiche, elastische Eigenschaften. Am elastischsten

scheint in dieser Gruppe die Wolle, dann folgt Seide und endlich die Baumwolle.

In Gruppe II bei den Tricotgeweben findet man aber diese Reihenfolge nicht wieder, sondern Wolle und Baumwolle verhalten sich gleich, und Seide ist weniger comprimirbar.

Hier liegen offenbar Wirkungen der verschiedenen Verarbeitung der Grundstoffe vor. Die Baumwolle für den Baumwolltricot besteht nicht aus scharf gedrehtem Faden, sie ist weich und fasrig; der Faden des Seidentricots dagegen schien mir fester gesponnen. Wir lernen also hier einen Einfluss kennen, welcher den Nachweis, ob den Grundstoffen ungleiche Elasticität zukomme, erheblich erschwert. Was Batist und grobes Leinen anlangt, so scheint letzteres ungünstiger als ersterer sich zu stellen; die nachfolgende Zusammenstellung von feinen und groben Leinen, deren spec. Gewichte erheblich differiren, erlaubt durch Schätzung den Schluss, dass die Differenzen zwischen Batist und Leinen recht wohl nur auf das ungleiche spec. Gewicht bezogen werden könnten.

Am günstigsten für den Vergleich ist die Abtheilung V; glattgewebte Stoffe betreffend. Hier stossen wir wieder auf die Reihenfolge Wolle, Seide, Baumwolle, wie sie uns bei den Kreppstoffen bereits entgegentrat. Es scheint daher, was den Widerstand gegen die Compression anbelangt, Wolle weicher als Seide, und Seide weicher als Baumwolle zu sein. Unter allen Umständen betonen wir nochmals, dass in aller erster Linie die Verarbeitungsweise der Grundsubstanz den bestimmenden Einfluss auf die Elasticität und Weichheit der Gewebe übt, während die specifische Wirkung des Grundstoffes entschieden in zweiter Linie steht.

Zur Vollständigkeit mag darauf hingewiesen sein, dass nach einer Belastung selbst von kürzerer Zeit unsere Kleidungsstoffe nicht sofort zum ursprünglichen Volumen zurückkehren. Wie ich anderen Ortes an mehreren Geweben zeigte, fehlen nach einer 2 Minuten langen Belastung mit 78,8 g pro 1 qcm, sobald man entlastet, 6,3% des früheren Volums. Doch werden bei

einem Gewebe beim Tragen durch die Reibung die Compressionszustände bald wieder abgeglichen.[1])

Für die Beurtheilung der Weichheit eines Stoffes kommt neben der Comprimirbarkeit auch die absolute Dicke des Gewebes in Betracht. Die Bekleidungsstoffe haben die Aufgabe, Stösse, die den Körper treffen, aufzufangen, zu mildern und abzuschwächen. Wenn man desshalb Kleidungsstoffe in verschieden dicken Lagen untersucht, so haben wir gezeigt, dass durch eine Belastung die Dicke der Stoffe um denselben Procentantheil verringert wird. Ein Stoff von 1 mm Dicke verliere z. B. 50 % seiner Dicke, dann verhält sich in dreifacher Lage der Stoff bei der gleichen Belastung ebenso; er verliert wieder 50 %.

Wenn wir also eine Stofflage und drei Stofflagen hinsichtlich der einen Stoss mildernden Eigenschaft betrachten, so sind die beiden Anordnungen, wie man wohl nicht bezweifeln wird, keineswegs gleichbedeutend. Der dreifache Stoff wirkt besser als ein einfacher. Im dreifachen Stoff sind dreimal so viel Elementartheile soweit aus ihrer Lage zu bringen, dass sie sich nun halb so nahe stehen, wie früher, d. h. in einfacher Lage des Stoffes.

Es kommt also neben der relativen Compression noch ausserdem die absolute Dicke des Stoffes als wesentliches Moment hinzu. Daher verwendet man auch in solchen Fällen, wo die Haut vor einer einwirkenden Kraft einen Schutz erhalten soll, immer dicke Stofflagen. Eine Stelle unseres Körpers, welche beständig sehr starke Stösse auszuhalten hat, ist die Fusssohle; man findet daher auch, dass man bei einem kräftigen Marsch mit elastischem Strumpfmaterial am leistungsfähigsten bleibt.

In alle Fragen der Bekleidungshygiene spielt als ein wesentlicher Factor das Verhalten zur Feuchtigkeit mit herein; daher kann auch hier bei der Frage der Comprimirbarkeit der Stoffe der Einfluss der Feuchtigkeit nicht übergangen werden. Es ist allbekannt, dass nasse Stoffe sich zumeist enger an den

---

1) a. a. O., S. 37.

Körper anlegen, als trockene Stoffe; besonders bei glatten Geweben tritt dies hervor. Ich glaube, man hat bisher keine Bedenken getragen, mit Rücksicht auf die genannten Erscheinungen von einer Veränderung der Elasticität zu sprechen, und doch stellt sich der Zusammenhang bei näherer Betrachtung anders.

An der Annahme, dass die Feuchtigkeit die elastische Eigenschaft ändere, darf man nicht ohne Weiteres festhalten, denn der Umstand, dass die Webweise auf die geschilderten Vorkommnisse unzweifelhaft einwirkt, muss eine gewisse Reserve auferlegen.

Die Erscheinungen lassen sich alle recht gut, auch unter anderer Annahme, erklären. Wenn ein benetzter Stoff sich an den Körper legt, und selbst bei dicken Stoffen die Neigung zum Faltenwurf hervortritt, so bleibt wenigstens vorläufig die Erklärung offen, dass das eingelagerte Wasser durch sein Gewicht eine Durchbiegung der Fasern eines Gewebes erzeugt, während vielleicht die Elementarbestandtheile ihre Eigenthümlichkeiten wenig oder gar nicht geändert haben.

Man wird, meine ich, direct prüfen müssen, welche Erklärungsweise die zutreffende erscheint.

Die Beobachtungen an nassen Stoffen haben mehrfach recht auffallende Ergebnisse gehabt.

Betrachtet man sich die Generaltabelle II S. 55 u. III S. 56 im Zusammenhang mit den Messungen von trockenen Stoffen, so unterliegt keinem Zweifel, dass die Feuchtigkeit im Allgemeinen einen Einfluss auf die Comprimirbarkeit der Gewebe übt. Aber die Zahlen entsprechen vielleicht durchaus nicht den grossen Veränderungen, welche man erwarten zu dürfen glaubte.

In der Mehrzahl der Fälle sind die Gewebe in benetztem Zustand weniger dick wie im trockenen, sie büssen an Comprimirbarkeit ein. In manchen Fällen ist die Einbusse eine sehr erhebliche, in anderen nur eine geringe von einigen Procenten, die sich bei allen Belastungsverhältnissen gleich bleibt.

Die Regel, die wir oben gegeben, erleidet in manchen Fällen aber eine charakteristische Ausnahme. Seide z. B. zeigt sich

in keiner Verarbeitung feucht comprimirbarer, wie trocken. Sie scheint an Widerstandsfähigkeit feucht nichts einzubüssen. Das ist sehr auffallend, da gerade Seidengewebe ein grosses Anziehungsvermögen für Wasser besitzen, und glatte Seide, weniger Seidentricot, im benetzten Zustande zusammenfallen und fest an die Haut sich anlegen. Dies beweist, dass die Schlaffheit benetzter Kleidungsstoffe mit der Comprimirbarkeit ursächlich nicht im Zusammenhange steht.

Meine Untersuchungsergebnisse zeigen mit Bestimmtheit noch eine Veränderung der Kleidungsstoffe durch die Befeuchtung an, die bisher nicht bekannt war. Die Tabellen lassen erkennen, dass manche Stoffe nach der Befeuchtung deutlichst und erheblich an Dicke zunehmen und andere ihren Dickenzuwachs bei verschiedener Belastung nicht verlieren. Eine Zusammenstellung bringt nachfolgende Tabelle:

Tabelle VII.

Trocken und feucht.

Stoff	Zu- oder Abnahme bei Belastung 0 in %	Zu- oder Abnahme bei Belastung II in %	Stoff	Zu- oder Abnahme bei Belastung 0 in %	Zu- oder Abnahme bei Belastung II in %
Kaschmir . .	+ 27	+ 6	Seide, glatt . .	— 2	— 4
Wolltricot . .	— 11	— 3	Seidetricot . .	± 0	± 0
Wollkrepp . .	— 5	— 4	Seidekrepp . .	+ 7	+ 19
Wollflanell . .	— 30	— 11	Leinen	+ 35	+ 16
Batist	+ 8	— 3	Grobes Leinen .	+ 12	+ 3
Lahmann . . .	— 9	— 4	Leinentricot . .	— 5	+ 1
Krepp	— 8	— 7			

Wie man auf den ersten Blick sieht, ist die Dicken-Zu- oder Abnahme bei der Befeuchtung keine Function der Grundsubstanz; denn bei den Wollsubstanzen finden wir sowohl eine Zunahme um + 27, wie auch — bei Flanell — eine Abnahme um — 30 %; bei den Baumwollstoffen verhält es sich ähnlich und ebenso bei Leinen. Es spielt also jedenfalls die Bearbeitungsweise dabei eine Rolle, und zwar wird man sehen, dass erhebliche Dickenänderungen nur bei den glatten Geweben vorkommen.

Es sind zwei Möglichkeiten zur Erklärung gegeben. Das Wasser kann direct auf die Haare, Fasern wirken und deren Elasticität verändern. Das Wasser kann aber auch in die kleinsten Räume hineingezogen werden und einen Druck auf die nachgiebigen Wandungen ausüben, platte, spaltartige Räume erweitern, auftreiben.

Es ist zu erwarten, dass diese Wirkung in erster Linie sich bei den dichteren, glatteren Geweben geltend machen wird, weil bei diesen die Hohlräume wirklich alle sich mit Wasser füllen.

Tabelle VIII.

Name	Spec. Gewicht	Zunahme oder Abnahme	Name	Spec. Gewicht	Zunahme oder Abnahme
Leinen, fein . .	0,813	+ 35	Leinentricot . .	0,166	— 5
Kaschmir . . .	0,370	+ 27	Wollkrepp . .	0,124	— 5
Grobes Leinen .	0,543	+ 12	Baumwollkrepp	0,110	— 8
Batist	0,347	+ 8	Lahmann . .	0,218	— 9
Seidekrepp . .	0,114	+ 7	Wolltricot . .	0,160	— 11
Seidetricot . .	0,199	± 0	Wollflanell . .	0,105	— 30
Seide, glatt . .	0,443	— 2			

Betrachtet man die Ordnung der Stoffe nach ihrem specifischen Gewicht und die Procent-Aenderung durch die Feuchtigkeit, so zeigt sich, dass einfache Beziehungen zwischen Dichte und Volumzunahme nicht bestehen. Die glatte Seide, ein dichtes Gewebe zeigt keine Volumenzunahme in Berührung mit Wasser. Seide nimmt Wasser schnell auf und capillares Wasser hat in ihr eine bedeutende Steighöhe, Kaschmir ist benetzt noch ziemlich lufthaltig und nimmt trotzdem rasch an Volum zu.

Daher wird man wohl nicht irre gehen, wenn man als Ursache verschiedenen Verhaltens zu Wasser, auch directe Beziehungen des letzteren zu den Grundstoffen annimmt.

Die Füllung der Hohlräume eines Stoffes mit Oel gibt ganz andere Resultate als die Wasserfüllung.

Wenn an Stelle des Wassers ein Oel, z. B. Olivenöl zur Benetzung genommen wird, so kann man wesentliche Aenderungen

der Dickenverhältnisse des trockenen und geölten Stoffes in belastetem und unbelastetem Zustande nicht erweisen. Eine Reihe von Experimenten nach dieser Richtung hin finden sich in nachstehender Tabelle aufgeführt.[1])

Tabelle IX.

Stoff	Dicke			Relative Zahl		
	0	IV	V	0	IV	V
Kaschmir, trocken . . .	0,750	0,430	0,410	100	56	53
» geölt	0,750	0,435	0,410	100	58	53
Seide, trocken	0,260	0,165	0,148	100	63	57
» geölt	0,240	0,175	0,165	92	68	63
Batist, trocken	0,260	0,160	0,140	100	62	54
» geölt	0,240	0,165	0,160	92	63	62
Leinen, trocken	0,450	0,265	0,265	100	59	59
» geölt	0,450	0,250	0,250	100	55	55

Mit Wasser benetzte Stoffe erhalten sich wesentlich verschieden von den geölten Geweben; das Wasser hat also specifische Eigenthümlichkeiten mit Bezug auf die elastischen Eigenschaften der Kleidungsstoffe, sowie in Bezug auf die Dickenzunahme, die man als eine Art Quellung bezeichnen könnte.

Vielleicht dringt das Wasser in manche Fasern direct ein und verändert dadurch ihre Spannung und Elasticität, auch wenn die zwischen den Fäden befindlichen Räume sich nicht mit Wasser völlig gefüllt haben.

Man kann beweisen, dass man in manchen Fällen gar nicht des zwischengelagerten Wassers bedarf, um Volumänderungen zu erzeugen, sondern dass schon das hygroskopische Wasser für sich solche Aenderungen hervorruft.

Ich trocknete die Gewebe bei 80° und bestimmte mit dem Sphärometer deren Dicke bei verschiedener Belastung. Sodann wurden dieselben in eine mit etwas Wasser gefüllte Glocke (Exsiccator) gebracht, um sich in dem mit Dampf gefüllten Raum auf 100% relative Feuchtigkeit einzustellen. Endlich

1) Belastung IV und V sind stärker wie I und II der früheren Experimente.

wurden sie wieder bei verschiedener Belastung gemessen. Bei Kaschmir erhielt ich im Mittel mehrerer Experimente folgende relative Werthe.

	Belastung 0	I	II
Absolut trocken	100	62,5	60,0
bei 100 % relativer Feuchtigkeit	112	63,0	61,0

Die Ursache des Quellens von Kaschmir bei Benetzung ist also höchst wahrscheinlich auf diese Veränderung durch die hygroskopische Feuchtigkeit, bzw. auf Volumänderung des Haares mit zurückzuführen. Die Veränderung durch zwischen gelagertes Wasser erreicht aber grössere (+ 27 %) Werthe, als man bei Einwirkung hygroskopischer Feuchtigkeit allein bekommt (+ 12%). Die Wollhaare werden zu gleicher Zeit etwas weicher, da bei Belastung I der Unterschied zwischen dem trockenen und feuchten Gewebe schon wieder abgeglichen ist.

Bei Wollflanell erhielt ich nur geringfügige Veränderungen im trockenen und feuchten Zustande, weil die Lockerheit des Gewebes und der Mangel an festeren Fäden, und die Gelegenheit zur Volumenzunahme in die Hohlräume des Stoffes hinein einer durch äussere Mittel messbaren Veränderung Hindernisse bereitet.

Bei glatter Seide und glattem Leinen fanden sich nur unwesentliche Abweichungen der Dicken im trockenen und hygroskopisch-feuchtem Zustande. Bei der Volumzunahme von Leinen müssen also andere Momente sich geltend machen, wie bei den Volumänderungen der Wolle.

Die Dickenänderung im trockenen und feuchten Zustande ist ein sehr wichtiger Einfluss, der nicht ohne Wirkung auf das Wärmeleitungsvermögen bleiben kann.

Nimmt unter dem Einfluss der Benetzung die Dicke ab, so muss das Wärmeleitungsvermögen erheblich sich ändern. Man denke, dass ein Wollflanell bis zu 30 % an Dicke abnehmen kann. Für ein gutes Kleidungsstück müssten wir wünschen, dass es auch im benetzten Zustande seine Dickendimensionen nicht zum Nachtheil der Wärmehaltung ändere. Die Dickenzunahme würde in analoger Weise als ein Vortheil für die

Zurückhaltung der Wärme bezeichnet werden müssen; die Differenzen, die wir gefunden haben, sind gross genug, um auch diese Eigenthümlichkeit der Stoffe nicht als nebensächlich betrachten zu lassen.

Die Volumänderungen der Kleidungsstoffe bei einer Berührung mit feuchter Luft sind gewiss nicht ohne Bedeutung für die Menge der die Kleidung durchsetzenden Luft. Auch für die Methodik der Permeabilitätsbestimmung kann es nicht gleichgiltig sein, wie man die Messungen anstellt. Es dürfte zutreffend sein, mit Wasserdampf gesättigte Luft nicht durch die Stoffe hindurchzupressen, sondern trockene Luft oder solche von mässigem Feuchtigkeitsgehalte anzuwenden. Bisher hat man durchgehends die mit Wasserdampf gesättigte Luft durch die zu prüfenden Gewebe getrieben, wodurch also speciell bei manchen Wollstoffen Fehler entstanden sein mögen.

In den Fällen, in welchen Wasser unter Volumzunahme des Gewebes aufgenommen wird, behält der Stoff auch bei stärkerer und mittlerer Belastung dieses Wasser zurück, ein Beweis für die feste Bindung.

Zur Bilanz unserer Wärmeökonomie.

Von

Max Rubner.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Eine nicht unwichtige Aufgabe der thierischen und menschlichen Wärmeökonomie betrifft die Darlegung jener Wärmemengen, welche auf den verschiedenen Wegen verloren werden. Wärmeverluste treffen uns durch die Ausstrahlung, Wärmeleitung Erwärmung kalter Speisen und kühler Athemluft, Wasserverdunstung u. s. w.; die hier in Frage kommenden Grössen zu schätzen, hat man sich mehrfach bemüht; selbst zu einer Zeit, als man über die Gesammt-Wärmeproduction des Menschen noch recht unbestimmte Vorstellungen hatte, versuchte man die Aufstellung einer Wärmebilanz in gedachtem Sinne. Solche Berechnungen verdanken wir z. B. Helmholtz, späterhin Vierordt, Rosenthal u. A.[1]), und man begegnet ihnen auch noch heutzutage in den Lehrbüchern, obschon viele der gemachten Annahmen und Zahlenbelege längst nicht mehr zutreffend sind.

Ueber eine Schwierigkeit vermochten aber bis jetzt alle Bilanzen der menschlichen Wärmeökonomie nicht hinwegzukommen, nämlich über die Trennung des grössten Wärmeverlustes des Menschen in den durch Strahlung und den durch Leitung verlorenen Antheil.

1) S. Hermann, Lehrbuch d. Physiologie. Artikel Wärme. Bd. IV. a. und Tereg, a. a. O., S. 116 ff.

Leitung und Strahlung waren nur ihrer Summe nach als Wärmeverlust bekannt. Die Untersuchungen, welche ich vor Kurzem mitgetheilt habe, werden uns erlauben, die bestehende Lücke befriedigend auszufüllen; da wir die Temperaturen an der äusseren Oberfläche der Kleidung kennen[1]) und von mir das absolute Strahlungsvermögen der Kleidungsstoffe näher festgestellt worden ist[2]), so vermag man auf Grund dieser Angaben die Menge der Strahlung zu berechnen.

Die Versuchsperson, für welche die ganze Berechnung der Bilanz durchgeführt werden soll, besitzt bei rund 80 Kilo Körpergewicht eine Oberfläche des nackten Körpers von 22430 qcm. Nach der Beschäftigung entspricht die Person dem, was ich bei Systematisirung verschiedener Arbeitsweisen als Arbeiterkategorie I bezeichnet habe[3]); für letztere kann man einen Kraftwechsel von rund 1204 Cal. pro 1 qm Körperoberfläche zu Grunde legen, so dass der Gesammtkraftwechsel = 2700 Cal. pro 24 Stunden anzunehmen ist. Die mechanische Arbeitsleistung solcher Personen besteht wesentlich im Gehen.

Versuchen wir nun die einzelnen Factoren der Wärmeabgabe näher zu bestimmen.

Eine Quelle des Wärmeverlustes ist die Erwärmung mancher Speisen und Getränke von einer niederen Temperatur auf Bluttemperatur. Für die Speisen im Durchschnitt einer specifischen Wärme von 0,8 und eine etwaige Erwärmung von der Lufttemperatur des Zimmers bis zur Bluttemperatur zu Grunde gelegt, findet man — bei unserer Gewohnheit, hauptsächlich warme Speisen zu geniessen — einen nur sehr kleinen Wärmebedarf für ihre Anwärmung; mehr an Wärmeaufwand bedingt dagegen die Einführung kalter Getränke (d. h. solcher von 7—9°). Für den Tag darf die Grösse des in Frage stehenden Wärmeverlustes auf etwa 42 Cal. berechnet werden, wenn gemischte Kost genossen wird.

Die für den ganzen Tag geathmete Luft kann man zu 11,6 kg annehmen, was bei einer specifischen Wärme von 0,238

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXIII, S. 13.
2) Archiv für Hygiene, Bd. XVII, S. 1.
3) Zeitschrift für Biologie, Bd. XXI, S. 250 ff.

einem Wasserwerth von 2,76 Kilo gleichkommt[1]). Die Erwärmung der ausgeathmeten Luft rechnet man nach neueren Versuchen wohl nicht höher als auf 30°, sonach würde für den gegebenen Fall für die Lufttemperatur von 17,5° ein Zuwachs von 12,5° gegeben sein, was einem Wärmeverlust von rund 35 Cal. gleichkäme. Letztere Zahl ist wesentlich kleiner, als die bisherigen Annahmen besagten; man hatte einerseits sowohl die geathmete Luftmenge etwas hoch gegriffen und nahm mehrfach eine Erwärmung derselben auf 37—38° an, was gewiss nicht allgemein zutreffend erscheint.

Die Wasserdampfabgabe kann man nach den Angaben von Pettenkofer und Voit für die gegebenen Verhältnisse zu 931 g[2]) für den Tag annehmen, eine Zahl, wie ich sie vielfach unter ähnlichen Umständen beobachtet habe. Durch Wasserverdampfung werden rund 558 Cal. abgegeben; ich brauche wohl nicht besonders darauf hinzuweisen, dass dieser Posten der schwankendste ist. Ich habe zuerst auf die unter bestimmten Verhältnissen eintretende Aenderung der Wasserdampfabgabe aufmerksam gemacht. Da unsere Bestimmungen der Kleidertemperaturen aber gerade unter solchen äusseren Bedingungen, wie sie bei den Respirationsversuchen vorlagen, ausgeführt wurden, besteht eine ausreichende Bürgschaft für die Richtigkeit unserer Prämissen.

Einen Umstand hat man bei allen derartigen Berechnungen vernachlässigt — die Arbeitsleistung. Da wir die Wärmebilanz eines Mannes aufzustellen beabsichtigen, der im Wesentlichen durch Gehen mechanische Arbeit leistete, so kommt allerdings dieser Factor für die Bilanz nur in sehr bescheidener Weise in Anschlag; immerhin dürfte er aber nicht ganz zu vernachlässigen sein. Durch Beobachtungen, die über Jahre sich erstrecken, ist mir bekannt, dass die Anzahl der gemachten Schritte unter den angenommenen Lebensbedingungen etwa 5000 täglich erreicht; man rechnet die Arbeitsleistung beim Promenadenschritt[3]) zu etwa 4,33 kgm pro 1 Sec. und Schritt. Wie viel von dieser Arbeit thatsächlich als

1) Thermochemie v. Naumann, S. 80.
2) Zeitschrift für Biologie, Bd. II, S. 459 ff.
3) Hildebrandt, Berliner klin. Wochenschrift, 1876, S. 442.

äussere Arbeit zu Verlust geht, lässt sich genau nicht angeben. Das Wärmeäquivalent der Gesammtarbeit wäre auf rund 51 Cal. zu schätzen; wir bringen diese Summe ohne weiteren Abzug in Anschlag, weil noch andere Quellen der Arbeitsleistung als das Gehen ganz ausser Ansatz bleiben müssen.

Sonach würde sich als Summe der auf den bis jetzt aufgeführten Wegen abgegebenen Wärme rund 686 Cal. berechnen und für Leitung und Strahlung 2014 Cal. verbleiben.

Die Strahlungsgrösse lässt sich auf Grund meiner Messungen wie folgt ableiten:

Ich bestimmte durch oft wiederholte Messungen die Oberfläche der bekleideten Person, bezw. die Kleidung und den nackt bleibenden Theil. Durch die Kleidung werden die Formen des Menschen plumper und aus diesem Grunde die Oberfläche etwas kleiner: diese Ersparniss wird aber durch das lockere Anliegen und die Dicke der Kleidung wieder ganz ausgeglichen. Es berechnen sich im Ganzen etwa 21 923 qcm Oberfläche. Diese Fläche ist aber nicht ganz frei für die Strahlung; an den Armen, den Beinen bleiben Flächen, welche so ungünstig belegen sind, dass sie an dem Strahlungsverlust sich kaum betheiligen können. Ich schätze diese auf rund 3129 qcm., sonach bleiben für die Strahlung der Kleidung 18 804 qcm übrig.

Die Luft hatte 17,5 °, die Kleidung 22,9 °, sonach Ueberschuss 5,4; für den Anzug (Sommerkammgarn) habe ich als Ausstrahlungscoëfficienten [1]) 4,11 Cal. pro 1 qm und pro 1 St. gefunden, woraus sich als Gesammtstrahlung ableitet:

$$4{,}11 \times 5{,}4 \times 1{,}88 = 41{,}72 \text{ Cal.}$$

Behaart waren nur etwa 600 qcm. Für diese Flächen lässt sich eine exacte Angabe nicht machen; nur wissen wir aus meinen Versuchen über den Werth der Thierbekleidung[2]), dass die Behaarung ein vollkommenes Aequivalent für die menschliche Kleidung darstellt. Man darf daher den Wärmeverlust der behaarten Stellen wie der bekleideten berechnen und mit etwa 1,33 Cal. in Anrechnung bringen.

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XVII, S. 1.

2) Dasselbe, a. a. O.

Die unbehaarten Stellen messen 1200 qcm, die Temperaturdifferenz zwischen Haut und Luft betrug 12,5 ° C. Das specifische Strahlungsvermögen der Haut unterscheidet sich nur wenig von den Kleidungsstoffen und steht den glatteren derselben, zu welchen auch die Kammgarne gehören, nahe. Man hat sonach 12,5 × 4,11 × 0,12 = 6,15 Cal. als Strahlung für die nackten Stellen pro Stunde.

Die Summe der ganzen Strahlung beträgt demnach 49,2 Cal. pro Stunde = 1181 Cal. pro Tag.

Für Strahlung und Leitung wären gemeinsam 2014 Cal. verblieben, sonach für den Leitungsverlust allein 833 Cal. für den Tag. Die ganze Bilanz ergibt also folgende Zahlen:

	Absolut in Cal.:		an % der Gesammtwärme.	
Athmung	35		1,29 %	
Arbeit	51		1,88 »	
Erwärmung der Kost	42		1,55 »	
Wasserverdunstung	558		20,66 »	
Leitung	833	2014	30,85 »	74,59 % [1])
Strahlung	1181		43,74	
Summe:	2700			

Die Strahlung macht demnach den wesentlichsten Theil des Wärmeverlustes bei Personen aus, welche sich in annähernd ruhiger Luft bei 17,5 ° befinden; erheblich kleiner ist der Verlust an Wärme durch Leitung, d. h. Uebertragung an die Luft, und die Wasserverdampfung steht erst in dritter Linie. Es ist nahezu überflüssig, hier zu betonen, dass diese Bilanz ausschliesslich für die bereits eingehender berührten Verhältnisse giltig ist. Ich habe für diese wandelbaren Beziehungen zwischen den einzelnen Wegen der Wärmeabgabe so viele Beispiele gegeben,

---

1) Zur Vergleichung mag folgender Fall, in welchem Strahlung und Leitung von mir direct bestimmt wurde, noch angeführt sein:

	Unberusste Glasfläche	Berusste Glasfläche
Strahlung	46,8	48,7
Leitung	53,2	51,3.

Die Luft war ruhend, die Temperatur der Kugel aber wesentlich höher als die der umgebenden Gegenstände.

dass ich betreffs der quantitativen Verhältnisse auf die früheren Veröffentlichungen verweisen kann. Eine gewisse Controlle über die Grösse des Wärmeverlustes an die Luft kann man üben, wenn man für den genannten Verlust nach der Dulong'schen Formel die Wärmeabgabe schätzt. Letztere lautet:

$$W = 0{,}552 \cdot K\,(T-t)^{1{\cdot}233}$$

K ist eine Constante, abhängig von der Grösse und Form und Lagerung eines Körpers. Sie wird für den menschlichen Organismus zum Mindesten grösser als 2,53 genommen werden müssen; bezeichnet man für diese Annahme unter Zugrundelegung der gesammten Körperoberfläche (für die Strahlung war für die sich gegenseitig bestrahlenden Flächen ein Abzug gemacht), den Minimalwerth, so findet man 669 Cal. p. 24 St., während unsere Bilanz 833 Cal. ergab. Die Constante K = 2,53 wäre nur zulässig, wenn ein einheitlicher, von unten aufsteigender Luftstrom die Wärme entführt; davon kann in praxi keine Rede sein. Umspült uns aber die Luft in mehr unregelmässiger Anordnung, dann wird der Wärmeverlust ein erheblicherer, den Minimalwerth übersteigender sein müssen.

Für die Berechnung der Summe von Strahlung und Leitung lassen sich die Bestimmungen des Leitungsvermögens der Kleidungsstoffe benützen, die ich in den vorhergehenden Arbeiten mitgetheilt habe.[1]) Bekannt ist mir das Leitungsvermögen der Kleidung, sowie die Begrenzungstemperatur an der Haut und an der äusseren Oberfläche.

Auf Grund meiner Messungen berechne ich für eine aus Baumwolle und Wolle gemischte Kleidung für k = 0,0000865[2]); vorausgesetzt mittlere Trockenheit der Luft. Als Dicke derselben hat man 8,6 mm anzunehmen, das Temperaturgefälle beträgt 9,5 ° C (= Differenz zwischen Haut und Körperoberfläche). Als Oberfläche hat man wohl die gesammte Gemessene anzusehen. Für die Strahlung darf man die sich gegenüberstehenden Flächen der Kleidung an den Armen, zwischen den Beinen als Hemmniss der Wärmeabgabe bezeichnen; für den Wärmeverlust

1) Bd. XXIV, S. 265, Bd. XXV, S. 1 und Bd. XXIII, S. 13.

2) k ist die Konstante des Leitungsvermögens.

durch Berührung mit Luft dürfen sie aber nicht ausser Rechnung bleiben. Diese ganze Oberfläche beträgt 21 923 qcm, dazu noch 600 qcm für behaarte Stellen. Wie gross der Wärmeverlust durch Luftberührung für die nackten Stellen sei, kann man auf Grund von Messungen nicht angeben. Man wird aber nicht weit irre gehen, wenn man den Verlust ebenso hoch wie durch Strahlung bemisst. Einen erheblichen Fehler auf das Gesammtresultat hat man nicht zu befürchten, weil ja die unbekleideten Stellen überhaupt nur einen kleinen Bruchtheil der Gesammtoberfläche ausmachen.

Die Berechnung lautet:

$$\frac{22\,523 \times 3600 \times 24 \times 9{,}5}{0{,}86 \times 1000} \times 0{,}0000865 \text{ Cal. pro Tag}$$

= 1859 Cal. Diese Wärme strömt aus dem Körper ab; an der Körperoberfläche bestimmen sodann die Aussenverhältnisse, wie sich diese Wärme auf Leitung und auf Strahlung vertheilt. Sie umfasst die Summe beider, aber nicht die von den nackten Stellen abgegebene Wärme. Vorausgesetzt, dass zwischen Leitung und Strahlung für diese Stellen das an dem übrigen Körper beobachtete, bezw. berechnete Verhältniss giltig ist — eine andere Annahme beeinflusst aber das Resultat nicht merklich —, so kämen für die unbekleideten Stellen noch hinzu:

	232 Cal. pro 24 St.
für die bekleideten	1859
Summa	2091,

während die anderweite Schätzung 2014 Cal. ergab.

Einen Versuch, die von einem Menschen durch Strahlung abgegebene Wärme zu messen, hat Masje gemacht. Er bestimmte vermittelst eines dem Bolometer ähnlich gebauten Instrumentes die Menge der von der Haut abgegebenen Wärme, indem er die von Kleidern rasch entblösste Haut ihre Strahlen nach dem geschwärzten Staniolstreifen seines Apparates senden liess. Für seine Versuchsperson rechnete er dann eine Oberfläche von etwa 20000 qcm und multiplicirte unter Vernachlässigung der wesentlich anders gelagerten Ausstrahlung freier

unbekleideter Theile, diese Fläche mit dem für 1 qcm gefundenen Ausstrahlungswerth bedeckter Hautstellen.[1])

Gegen diese Art der Berechnung, die ja gewiss nichts anders sein sollte, als eine Annäherung und ein Mittel der ungefähren Vorstellung, lassen sich aber doch so viele Bedenken geltend machen, dass sie unmöglich verschwiegen werden können.

In erster Linie lässt sich über die wirkliche Ausstrahlungsgrösse unseres Körpers auf Grund der Messung der Hautausstrahlung — von Fehlerquellen ganz abgesehen — nichts aussagen; denn die von der äusseren Oberfläche abgegebene Strahlung wird wesentlich modificirt durch den Seitens der Luftbewegung gesetzten Wärmeverlust. Ist dieser gross, so sinkt dem entsprechend der auf die Strahlung zu setzende Antheil.

Man kann auch durch plötzliche Entblössung der unter Kleidern befindlichen Theile nicht erfahren, wie viel der Körper im Ganzen oder auch nur diese Theile Wärme abgeben. Will man den Gesammtantheil, welchen beim normalen, also bekleideten Menschen die Wärmestrahlung am ganzen Wärmeverlust nimmt, bestimmen, so darf man die Strahlung nicht willkürlich der Hautstrahlung gleichsetzen. Die Strahlung der Kleidung selbst wäre also der Werth, den man kennen und messen muss. Aber noch ein anderer Umstand ist zu erwähnen. Die Hautstelle unter den Kleidern gibt wesentlich durch Leitung ihre Wärme ab. Insoweit sie ausstrahlt, kommen die Temperaturverhältnisse der der Haut anliegenden Kleiderparthien in Betracht. Diese haben eine sehr hohe Temperatur. Wenn ich also erfahren wollte, wie viel die Haut nach diesen hin ausstrahlt, so bliebe nur übrig, ein Thermoskop, das einen der inneren Kleidertemperatur entsprechenden Wärmegrad besitzt, dem Körper zu nähern. Das Thermoskop darf aber nicht, wie bei Masje, mit der üblichen Lufttemperatur abgeglichen sein. Da die Bekleidung einen wesentlichen Einfluss auf die Hauttemperatur ausübt, ist es unmöglich, aus

1) Virchow's Archiv, Bd. 107, S. 70. Die Oberfläche des Mannes von 82 kg wurde zu 20500 qcm angenommen und 500 qcm bei Seite gelassen, um einen zu hohen Gesammtwerth durch Gleichstellung der unbekleideten mit den bekleideten (und im Versuch nackt untersuchten) zu eliminiren.

Ergebnissen über die Variation der Hautausstrahlung bedeckter Stellen einen Schluss auf specifische Eigenthümlichkeiten der Hautstrahlung zu ziehen. Man kann nach der Construction des Apparates von Masje auch bezweifeln, ob derselbe wirklich ausschliesslich nur die strahlende Wärme quantitativ messend erhalten hat; doch lege ich auf die weitere Besprechung dieses Umstandes keinen Werth.

Ein anderer Versuch, die vom Menschen ausgestrahlte Wärme zu bestimmen, rührt, wie ich ersehe, von Stewart her[1]), der im Wesentlichen den Masje'schen Angaben nachgeprüft zu haben scheint. Er mass die ausgestrahlte Wärme durch ein der Haut in einer Entfernung von 4,5 cm gegenüber aufgestelltes kleines Gitterchen aus Blei in der für Bolometer üblichen Weise. Wie er das Instrument graduirt hat, finde ich nicht angegeben, und doch wäre gerade dieser Umstand und die Art der Berechnung von Interesse gewesen. Stewart hat aber wenigstens nicht die Ausstrahlung der entblössten Haut, sondern jene der Kleidung in Anschlag gebracht. Für ein Körpergewicht von 70 Kilo fand er 700000 Cal. als Strahlungswerth und für 82 Kilo — der Oberfläche proportional berechnet — rund 820000 Cal. für 24 Stunden. Diese Zahl ist zu niedrig, weil Stewart nur rund die berechnete Oberfläche einer nackten Person veranschlagt, nicht die Kleideroberfläche, wie ich, und weil für die unbekleideten Theile keine besondere Rechnung durchgeführt wurde.

1) G. N. Stewart, Referat i. d. Centralbl. f. Physiol., 1891, S. 275.

Ueber einige wichtige physikalische Eigenschaften der Kreppstoffe.

Von

Max Rubner.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

(Mit 1 Tafel.)

Die zur Bekleidung der Menschen benutzten Gewebe haben in neuerer Zeit durch viele Erfindungen und Verbesserungen eine Bereicherung erfahren; man hat theils Gewebe, welche bisher nur im Auslande producirt wurden und daher allgemein zur Bekleidung nicht in Frage kommen konnten, im Inlande hergestellt, theils neue Webweisen ersonnen. Zu ersterer Art von Neuerungen gehören die verschiedenartigen einheimischen Kreppstoffe.

Die Neuerungen auf diesem Gebiete der Bekleidungshygiene sind hundertfältige; aber wir wissen nicht, ob alle diese Produkte wirklich einen Fortschritt der Technik oder einen Gewinn für die rationelle Bekleidung darstellen. Bisher hat es überhaupt an wissenschaftlichen Methoden zur Begründung eines objectiven Urtheils gefehlt. Im Handel legt man durchgehends nur auf äussere Merkmale, wie Farbe, Weichheit, Schmiegsamkeit, Dehnbarkeit einen Werth, während diese zur hygienischen Beurtheilung nur untergeordneter Natur sind. Durch die von mir angegebenen Methoden der Gewebeuntersuchung stehen wir den angedeuteten Fragen nicht mehr so unsicher gegenüber wie früher. Obschon meine bisher publicirten Untersuchungen

die wesentlichsten und typischsten Gewebe in Betracht gezogen haben, so halte ich eine Erweiterung unserer Kenntnisse doch noch für geboten, weil in der That in den letzten Jahren gewisse Gewebe allgemeinere Bedeutung erlangt haben. Dazu rechne ich die Kreppstoffe. Es ist mir von technischer Seite eine ganze Collection von Geweben zur Verfügung gestellt worden, die ein Ausdruck dafür sind, wie viele Experimente angestellt werden, ehe die Erfindung eines gangbaren Gewebes gelingt.

Die Technik hat aber heutzutage noch keinen festen Anhaltspunkt, nach welchem die Herstellung der verschiedenartigen Gewebe systematisch geleitet werden könnte. Es werden immer wieder Modificationen der Webweise, der Mengung der Grundstoffe, der Fadendrehung, der Farbe auf den Markt geworfen, bis eben eine Waare »zieht«.

Wie solche Waaren nach den objectiven Eigenschaften sich unterscheiden, darüber ist zur Zeit gar nichts Positives bekannt und ich habe daher die mir sich bietende Gelegenheit, ein neues Gewebe in den verschiedensten Spielarten einer Handelswaare zu untersuchen gern benutzt.

Zahllose Producte, die keinen Anklang finden, verschwinden völlig aus der Fabrikation. In dem Kampf ums Dasein. den gewissermaassen die verschiedenen Producte untereinander führen, äussert sich aber sicherlich nicht die Zweckmässigkeit und wirkliche Brauchbarkeit des Gewebes als bestimmende Kraft, sondern wie man sieht, sind oft nebensächliche Umstände entscheidend. Die nachfolgenden Untersuchungen verfolgen zwei Ziele; einerseits sollen sie die Eigenthümlichkeiten der Kreppstoffe als Bekleidungsstoffe darthun, andrerseits sollen sie zeigen, ob ver schiedene Handelsgewebe sich in der That durch wesentliche Eigenschaften unterscheiden.

Kreppstoffe zur menschlichen Bekleidung hat man seit Jahrhunderten im Orient verwendet, auch bei uns hat man seit ein Paar Jahrzehnten die Aufmerksamkeit auf diese Stoffe gelenkt.

Für die Kreppstoffe ist bereits vor mehr als zwanzig Jahren Goizet eingetreten und glaubte in ihnen die idealste Webweise zu finden. »Le crêpage est le seul mode de tissage qui réunisse

pour le confection du vêtement toutes les conditions dont je viens de parler.«

Unter den Grundstoffen gab er im Wesentlichen der Seide den Vorzug. Als Gesundheitskrepp wurden solche Gewebe mehrfach in den Handel gebracht. Sie waren zum Tragen auf dem blossen Leibe, also als Unterhemden bestimmt. Einen grossen Anhängerkreis haben sie bis jetzt noch nicht gefunden, auch nicht seitdem man die theure Seide durch billige Baumwolle, oder durch Mischungen von Wolle und Baumwolle ersetzt.

Die Gewebe erscheinen sehr leicht; sie machen je nach der Grundsubstanz einen verschiedenen Eindruck von Rauhigkeit, fühlen sich elastisch an. Die specifische Eigenthümlichkeit liegt in der Kräuselung des Grundgewebes. Diese wird zumeist durch einen Baumwollfaden, der kürzer als das Grundgewebe ist, hervorgerufen, doch kann der die Kräuselung bedingende Faden auch Wolle oder Seide sein, es giebt daher auch Reinwollenkrepp und Reinseidenkrepp, wo Kette und Einschlag aus den genannten Grundstoffen zusammengesetzt sind. Die Gewebe sind ungemein dehnbar, so dass sie ohne grosse Gewalt auf das Doppelte ihrer Länge gebracht werden können; die Dehnbarkeit ist natürlich nur in einer auf die Fältelung senkrechten Richtung so bedeutend wie erwähnt.

Durch Combination der Fäden verschiedener Grundsubstanzen, welche nach verschiedenen Richtungen gelagert sind, kann die Wirkung von Wärme, das sogenannte Eingehen der Stoffe auf das geringste störende Maas zurückgeführt werden.

Die Hauptschwierigkeit für die Technik besteht in einer gleichmässigen Kräuselung des Stoffes. Diese bedingt für die Kreppstoffe auch einen anders gearteten Reiz für die Haut als wenn die betreffenden Grundsubstanzen aus Wolle, aus Seide oder Baumwolle als Flanell oder Trikots gewebt sind. Bei den Wollgeweben ist der Krepp weniger kitzelerregend, wie das Trikotgewebe.

Die von mir untersuchten Kreppstoffe, dreiundzwanzig an der Zahl, waren bis auf zwei Sorten naturfarben. Sie bestanden in wenigen Ausnahmefällen aus Seide und Wolle, vielmehr meist

aus verschiedenen Mischungen von Grundstoffen, Seide und Wolle mit Baumwolle, oder aus reiner Baumwolle.

Im Nachfolgenden sollen nur neue, ungetragene Gewebe untersucht werden; welchen Veränderungen die Kreppstoffe beim täglichen Gebrauche unterliegen, das muss wie in allen ähnlichen Fällen für sich festgestellt werden und lässt sich im Laboratoriumsexperiment allein nicht entscheiden. Ich komme an anderer Stelle noch auf meine praktischen Erfahrungen zurück.

Was die Methoden anlangt, welche zur Prüfung der Stoffe Verwendung gefunden haben, so kann ich diesbezüglich auf meine früheren Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift[1]) verweisen. Wesentliche Eigenschaften sind die Dicke eines Stoffes, sein Flächengewicht, specifisches Gewicht und Porenvolum, die minimalste Wassercapacität und das Wärmeleitungsvermögen. Auch über die Prüfung der Comprimirbarkeit habe ich vor Kurzem eine Mittheilung gemacht[2]).

Dicke,[3]) Flächengewicht, specifisches Gewicht.

Die einzelnen Gewebe wurden einer mehrfachen Untersuchung unterworfen und die Ergebnisse zu einer Mittelzahl vereinigt. Nachstehende Tabelle enthält die Resultate der Messung, zugleich unter Angabe der für jedes Gewebe verwendeten Grundsubstanz oder deren Mischungen. (Tabelle I siehe S. 82.)

Die Gewebe zeigen grosse Unterschiede in der Dicke, nämlich von 0,7 mm bis 2,4 mm; das Flächengewicht war im Minimum bei einem Seidengewebe 0,009, das Maximum bei Wolle 0,0317 g pro 1 qcm.

Vergleicht man die Dicke der Stoffe mit Rücksicht auf die Natur der Grundsubstanz, so findet sich:

	Seide	Wolle	Baumwolle
dünnster Stoff	0,78 mm	1,87 mm	0,93 mm
dickster Stoff	1,16 mm	2,39 mm	1,90 mm.

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XV, XXIV u. Bd. XXV.

2) Dieser Band, S. 51.

3) Nach der älteren Methode bestimmt.

Tabelle I.

Nr.	Bezeichnung	Dicke in mm	Flächengewicht pro 1 qcm in g	Spec. Gewicht	China-seide gezwirnt	Floret-seide gezwirnt	Baum-wolle gezw.
1	Seide, stark . . .	1,16	0,0167	0,114	100	—	—
2	» mittel . . .	1,00	0,0089	0,089	30	70	—
3	» leicht . . .	0,78	0,0086	0,110	100	—	—
4	Seidebaumwolle, st.	1,812	0,0173	0,095	—	70	30
5	» l.	1,437	0,0168	0,116	70	—	30
					Gezwirnte Wolle, einf.	Wolle, einf.	
6	Wollebaumwolle, st.	2,375	0,0315	0,113	90	—	10
7	» l.	1,883	0,0266	0,141	66,6	—	33,3
8	» l.	1,800	0,0207	0,115	25	35	40
						Floretseide	
9	Seidebaumwolle, st.	1,80	0,0251	0,139	—	65	35
10	» l.	1,50	0,0239	0,159	—	50	50
					Wolle, gezw.		
11	Wollebaumwolle, st.	2,00	0,0239	0,119	70	—	30
12	» l.	1,875	0,0238	0,127	50	—	50
					Floretseide		
13	Seidewolle, mittel .	2,12	0,0251	0,118	60	—	40
14	» leicht .	1,65	0,0238	0,118	50	—	50
15	Baumwolle I, » .	1,315	0,0206	0,157	—	—	100
16	» mako .	0,975	0,0134	0,137	—	—	100
17	» écru .	0,937	0,0098	0,104	—	—	100
18	»	1,315	0,0186	0,142	—	—	100
19	»	1,660	0,0238	0,143	—	—	100
20	»	1,925	0,0225	0,116	—	—	100
21	»	1,750	0,0194	0,110	—	—	100
					Wolle		
22	Wolle, stark . . .	2,25	0,0317	0,141	100	—	—
23	» leicht . .	1,875	0,0232	0,124	100	—	—

Was man im Handel leicht und schwer nennt, sind Stoffe von ganz verschiedener Dicke bei den einzelnen Geweben; eine leichte Seide entspricht in der Dicke nicht einer leichten Wolle oder einer leichten Baumwolle, und eben solche Unterschiede finden sich hinsichtlich der oberen Grenze für die Dicke. Ein dicker Seidenstoff, ein dicker Baumwollstoff, ein dicker Wollstoff sind ganz verschiedene Dinge.

Der Ausdruck leicht und schwer ist nicht einmal da, wo es sich um die Producte ein und derselben Fabrik handelt, der Ausdruck für ein und dasselbe Dickenmaass. Auch bei anderen Geweben, wie z. B. Tricots und Aehnlichem, bin ich ganz auf die gleichen Verhältnisse gestossen.

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, wie ausserordentlich ungleich die im Handel vorkommenden Stoffe hinsichtlich ihrer Dicke sind, und ganz besonders betont, dass fast ausnahmslos die Wollgewebe des Handels dicker seien als andere Gewebe. Wenn man also empirisch gefunden haben will, dass die »Wolle« wärmer halte als Baumwolle, Leinen oder Seide, so hat man nicht die Eigenschaften der Grundsubstanz erkannt, sondern nur die Eigenschaften der Handelswaare, die im wesentlichen von der ungleichen Dicke der Stoffe abhängen.

Die Kreppstoffe sind in Falten gelegt; wenn man die Falten auseinanderzieht und dann die Stoffdicke misst, so ist sie natürlich weit geringer wie die ursprüngliche.

Ich fand:

	Normal	Gedehnt	Abnahme auf x%
Wollkrepp . . .	1,56 mm	1,012 mm	64 mm
Baumwollenkrepp	1,445 mm	0,595 mm	41 mm.

Wollkrepp hat also dichteres Grundgewebe als der Baumwoll-Krepp, was für die Frage der Abnützung und Dehnung von Bedeutung erscheint.

Für eine rein hygienische Betrachtung hat es kaum Interesse, die Eigenschaften der einzelnen Gewebe, was ihre Dicke und Flächengewicht anlangt, zu sehr in's Einzelne zu verfolgen. Ich nehme daher die Gewebe ähnlicher Zubereitungsweise zu Mittelwerthen zusammen. Unter den physicalischen Eigenschaften hat das specifische Gewicht eine grosse Bedeutung. Folgende Tabelle gewährt eine schnelle, orientirende Uebersicht. (Tabelle II siehe S. 84.)

Unter den aufgeführten Gruppen hat Seide das geringste spec. Gewicht, Reinwolle und Baumwolle sind dagegen dichter, während die Gemische eine mittlere Stellung einnehmen. Bei den Geweben aus verschiedenen Grundstoffen kommen lockere und

dichtere Gewebe vor, wie die Zahlen über Minimum und Maximum darthun.

Tabelle II.

Specifische Gewichte.

Stoff	Mittel	Minimum	Maximum
Wolle	0,132	0,124	0,141
Seide	0,104	0,089	0,114
Baumwolle	0,130	0,104	0,157
Wolle-Baumwolle	0,127	0,119	0,141
Seide-Baumwolle	0,123	0,095	0,159

Ein Vergleich der Kreppgewebe mit anderen zur Unterkleidung benützten Geweben zeigt Folgendes:

Wolltricot hat ein spec. Gew. von 0,179
Wollkrepp » » » » » 0,132
Baumwolltricot » » » » 0,199
Baumwollkrepp » » » » 0,130
Seidentricot » » » » 0,219
Seidenkrepp » » » » 0,104
Leinentricot » » » » 0,348.

Nach dieser Zusammenstellung gehören also die Kreppstoffe zu den leichten Geweben, welche reichlich Luft einschliessen und sind den von mir untersuchten Tricotgeweben, namentlich was das Seidenmaterial anlangt, an Luftreichthum und lockerem Gefüge überlegen.

Die Menge der in den Geweben eingeschlossenen Luft zeigt in kurzer Uebersicht die nachstehende Zusammenstellung:

Tabelle III.

Stoff	Luft %	Feste Theile %
Wolle	89,2	10,8
Seide	91,3	8,7
Baumwolle	88,0	12,0
Wolle-Baumwolle	89,2	10,8
Seide-Baumwolle	88,6	11,4

Wie an anderer Stelle gezeigt worden ist[1]), drückt sich die grosse Weichheit der Kreppstoffe sehr eclatant in der hohen Comprimirbarkeit derselben aus, welche bei der Wollsubstanz sogar den sehr elastischen Flanell übertrifft. Im benetzten Zustande verringert sich die Elasticität der Stoffe aber sehr, wie bei allen lockeren Geweben.

Wärmeleitungsvermögen.

Zur Messung wurde einer der Stefan'schen Calorimeter, die ich schon früher angewandt hatte, benützt.[2]) Zur Controlle wurde zu Anfang, dann im Verlauf und zu Ende der Messungen des Leitungsvermögens der Kreppstoffe, Messungen des Leitungsvermögens der atmosphärischen Luft wiederholt, die ein mit den vor Jahresfrist ausgeführten Messungen vollkommen übereinstimmendes Resultat ergaben. Die Constanten meines Calorimeters hatten sich also in diesem langen Zeitraume nicht geändert.[3])

a) Leitungsvermögen bei 0,117 specifischen Gewicht.

Eine genaue Angabe über die ausgeführten Messungen bringt die Generaltabelle auf S. 86.

Die Zahlen sind immer Mittelwerthe von mindestens zwei Experimenten; wenn die Ergebnisse um mehr als etwa 3 bis 4 % von einander abwichen, wurden die Experimente wiederholt.

Das Leitungsvermögen der Gewebe ist ungleich; die Differenzen durch die Verschiedenheiten des spec. Gewichtes sind vorläufig ganz ausgeschieden, weil ja alle Ergebnisse auf gleiche Füllung des Calorimeters berechnet sind. Somit werden die zu Tage tretenden Differenzen ausschliesslich durch die specifischen Unterschiede der Gewebe und die Mischung verschiedener Grundsubstanzen zurückzuführen sein.

---

1) Dieser Band, S. 51.

2) Bd. XXIV, S. 346 ff.

3) Die Experimente sind in den Herbstmonaten 1895 ausgeführt worden

Tabelle IV.

	Füllung	g	β log e	k	Relative Zahl zu Luft	k für 6 g Füllung Luft = 0,0000575	k für 6 g Füllung Luft = 0,0000532	Relative Zahl für 6 g Füllung Luft = 100
	Luft	—	0,0003507	0,0000575	100,0	0,0000575	0,0000532	100
1	Seide, stark	5,1	0,0005059	0,0000869	151,2	0,0000921	0,0000852	160,2
2	» mittel	4,91	0,0004881	0,0000837	145,6	0,0000895	0,0000828	155,7
3	» leicht	3,95	0,0004495	0,0000764	132,9	0,0000862	0,0000797	149,9
4	Seide u. Baumwolle, stark	4,04	0,0004604	0,0000784	136,3	0,0000885	0,0000819	153,9
5	» » » leicht	4,57	0,0004762	0,0000815	141,7	0,0000890	0,0000823	154,7
6	Wolle, stark	6,00	0,0005217	0,0000905	157,4	0,0000905	0,0000837	157,4
7	» leicht	5,31	0,0005051	0,0000871	151,4	0,0000909	0,0000841	158,0
8	» »	4,85	0,0004730	0,0000812	141,2	0,0000868	0,0000803	151,0
9	Seide Baumwolle, stark .	4,88	0,0005082	0,0000872	151,6	0,0000940	0,0000869	163,4
10	» » leicht .	4,83	0,0005010	0,0000859	149,4	0,0000928	0,0000859	161,4
11	Wolle-Baumwolle . . .	6,45	0,0005131	0,0000894	155,4	0,0000872	0,0000807	151,6
12	» » leicht .	5,31	0,0005061	0,0000872	151,8	0,0000910	0,0000843	158,4
13	Seide-Wolle, mittel . . .	6,00	0,000540	0,0000936	162,8	0,0000936	0,0000866	162,8
14	» » leicht . . .	5,64	0,0005134	0,0000887	154,2	0,0000907	0,0000839	157,7
15	Baumwolle Ia	4,42	0,0005171	0,0000884	153,8	0,0000994	0,0000920	172,9
16	» mako . . .	4,06	0,0005371	0,0000915	159,2	0,0001078	0,0000998	187,6
17	» écru	4,98	0,0005193	0,0000898	155,2	0,0000958	0,0000816	166,1
18	»	4,62	0,0005316	0,0000910	158,2	0,0001010	0,0000934	175,6
19	»	4,96	0,0005712	0,0000982	170,7	0,0001068	0,0000987	185,6
20	»	4,82	0,0005499	0,0000944	164,1	0,0001034	0,0000956	179,7
21	»	5,91	0,0005825	0,0001095	175,6	0,0001103	0,0000941	176,9
22	Wolle, stark	6,96	0,0004544	0,0000795	138,8	0,0000765	0,0000708	133,1
23	» leicht	5,99	0,0004685	0,0000818	141,3	0,0000813	0,0000752	141,3

Ich habe durch Experimente erwiesen, dass jede Gewebsart von specifischem Einfluss auf das Wärmeleitungsvermögen sein kann. Bei Vergleichen glattgewebter Stoffe, Tricotstoffen und Flanellen mit den in dem Kalorimeter eingefüllten Grundstoffen zeigte sich, dass die regellose Lagerung der Wollhaare, Baumwollfasern u. s. w. den Wärmedurchgang mehr begünstigt, als die Faserordnung vorgenannter Gewebe. Daher entsteht hier zunächst wieder die Frage, welche Bedeutung der Verarbeitung der Gewebe als Krepp zugesprochen werden könnte. Zur Lösung derselben wollen wir die Mittelzahlen für Baumwoll-, Seiden- und Woll-Krepp mit den übrigen Geweben in Vergleich setzen, wie dies in nachstehender Tabelle geschehen ist.

Tabelle V.

Füllung	Grundstoff	Glattgew. Stoff	Tricotstoff	Flanell	Krepp
Wolle . . .	0,0000726	0,0000582	0,0000646	0,0000667	0,0000730
Seide . . .	0,0000726	0,0000597	0,0000740	—	0,0000826
Baumwolle .	0,0000892	0,0000641	0,0000810	0,0000757	0,0000946

Daraus geht mit aller Bestimmtheit hervor, dafs die Verarbeitung zu Krepp den Wärmedurchgang mehr begünstigt als die glatte, die Tricot- und die Flanell-Webeweise; ja in allen Fällen geht durch den Krepp verhältnismässig mehr Wärme hindurch als durch die unverarbeiteten Grundstoffe. Um ganz sicher zu gehen und keiner Täuschung anheimzufallen, habe ich die Experimente mit demselben Calorimeter und 6 g Füllung mit Schafwolle wiederholt und dieselben Zahlen wie früher erhalten, also Werthe, die mit den Angaben vorstehender Tabelle übereingehen.

Eine Erklärung für dieses eigenthümliche Verhalten ergibt sich sofort, wenn man den Aufbau des Kreppgewebes näher betrachtet.

Die mikroskopische Struktur des Gewebes lässt sich am besten auf Grund von Durchschnitten erkennen; die dieser Untersuchung beiliegende Tafel zeigt die typische Anordnung dieser Gewebe. Sie muss verglichen werden mit den Dar-

stellungen, welche ich bereits früher a. a. O.[1]) hinsichtlich des mikroskopischen Aufbaues der Kleidungsstoffe gegeben habe. Ich habe hier noch den Durchschnitt eines Baumwolltricots und eines porösen glatten Gewebes aus Wolle-Baumwolle beigefügt.

Ich habe Seide-, Baumwolle- und Wollkrepp für die Herstellung der Photogramme, die Dr. Günther übernommen, verwenden lassen.

Die typische Anordnung der Fasern tritt ganz klar entgegen. Da der Krepp senkrecht zu den Falten durch den Schnitt getroffen worden ist, lassen sich diese bei allen 3 Figuren sehr gut erkennen. Die Faltenbildung stellt den Stoff senkrecht auf die wärmeabgebende Fläche; bei den glatten Geweben lagern die Fasern und Fäden alle parallel zur Haut. Füllt man ein Calorimeter mit lockerer Wolle, Baumwolle u. s. w., so lagern die Haare und Fasern nach allen Richtungen des Raumes, also mit grosser Wahrscheinlichkeit ²/₃ parallel zu den Begrenzungsflächen und ¹/₃ senkrecht zu denselben.

Der Wollkrepp lässt im mikroskopischen Bilde wieder eine Eigenschaft erkennen, die ich bereits für andere Wollgewebe gezeigt habe, nämlich die ausserordentliche Selbstständigkeit jedes einzelnen Haares, wodurch der Raum sehr gleichmässig mit Luft und Substanz ausgefüllt wird. In das Gewebe hinein vertiefen sich aber auch hier deutlich die Falten desselben.

Bei Seidenkrepp ist das Gewebe selbst compacter, seinen hohen Luftgehalt verdankt derselbe zum grössten Theil der in den Faltenräumen eingeschlossenen Luft; ganz ähnlich verhält es sich dann mit dem Baumwollkrepp. Auch hier erscheint das Gewebe verhältnissmässig dicht, und gross die Hohlräume der Falten.

In allen drei Fällen erkennt man, wie die Faltenbildung Flächen, welche auf der Haut senkrecht stehen, zu erzeugen vermag.

Nach dieser Darlegung über die Webweise des Kreppes ist ist das eigenthümliche Verhalten bezüglich des Wärmeleitungs-

---

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XXIII, S. 1.

vermögens also leicht einzusehen; die senkrecht zur Haut stehenden Flächen begünstigen den Wärmeabfluss. Dies ist also eine speciell dem Kreppgewebe, d. h. der Webweise zukommende Eigenthümlichkeit. Wir werden später zeigen, wie für die Praxis dieser Nachtheil wieder eliminirt wird.

Wenn es noch eines Beweises für das ungleiche Wärmeleitungsvermögens verschiedener Grundstoffe bedürfte, so kann man denselben an der Hand der Tabelle Seite 86 leicht führen. Betrachtet man vergleichend das Leitungsvermögen eines Wollkreppes, eines Baumwoll- und Seidenkreppes (für gleiches spec. Gewicht), so stösst man auf dieselbe Reihenfolge der Stoffe, wie wir sie immer schon getroffen haben und ausnahmslos bei allen Geweben. Die Wolle leitet schlechter wie Seide, und diese schlechter wie Baumwolle.

Dies zeigt sich auch, wenn man zum Vergleiche Gewebe mit gemischten Grundstoffen heranzieht.

Tabelle VI.

Wollkrepp	0,0000730
Seidekrepp	0,0000826
Baumwollkrepp	0,0000946
Seide (60%) und Baumwolle (40%)	0,0000846
Wolle (68%) » » (32%)	0,0000826.

Eine Seide-Baumwollmischung leitet besser als die Seide, aber schlechter als die Baumwolle und zwar entspricht das Leitungsvermögen ziemlich gut dem durch eine Mischungsrechnung erhaltenen Werthe (0,0000874 gegen 0,0000846) und ähnlich verhält es sich bei dem Wolle-Baumwollgemische. Es leitet besser wie Wolle und schlechter wie Baumwolle (= 0,0000826 gegenüber 0,0000800 durch die Rechnung).

Die Generaltabelle enthält mehrfach Gewebe aufgeführt, die aus gleicher Grundsubstanz bestehen, welche aber trotzdem gewisse Unterschiede im Leitungsvermögen aufweisen.

Neben diesen sind zahlreiche Fälle gegeben, in welchen Mischungen der Grundsubstanzen vorliegen. Wenn man zwei

verschiedene Grundsubstanzen recht gleichmässig mischt, so zeigt das Wärmeleitungsvermögen, wie ich bewiesen habe, nur solche Aenderungen, wie sie nach dem procentischen Verhältnis der Mischung zu erwarten sind.

In der technischen Herstellung der Gewebe kommen aber andere Mischungsweisen vor, welche auch andere Wirkungen haben könnten, als sie in meinen Experimenten sich zeigten. Es finden sich Gewebe, bei welchen die Fäden von verschiedener Grundsubstanz verwebt wurden, aber auch solche, bei welchen der Faden selbst aus einer Mischung besteht. Auch die Anordnung der Fäden als Kette und Einschlag war in den einzelnen Fällen verschieden.

Es erübrigt noch zu prüfen, aus welchen Gründen Differenzen im Leitungsvermögen auftraten, in wie weit solche mit der Grundsubstanz oder der Gewebsnatur zusammenhängen.

Aus Seide bestehen drei Gewebe (Nr. 1 bis 3). Dieselben weichen nicht wesentlich von einander ab, aber doch um soviel, dass man einen Einfluss der Webweise bei Nr. 3 nicht verkennen kann.

Reichhaltiger sind unsere Versuche mit Baumwollekrepp. Was das Leitungsvermögen der Baumwollkreppe anlangt, so hat keine Verarbeitungsweise einen erheblichen Vortheil vor der anderen voraus, vielleicht mit Ausnahme des einen Stoffes. écru. Nr. 17.

Die Gewebe 15—17 sind feinste Qualitäten, 18—21 billige Sorten aus Baumwolle geringerer Qualität. Im Leitungsvermögen, soweit die Anordnung der Fasern in Betracht kommt, drückt sich ein Unterschied der Qualitäten nicht mit Sicherheit aus. Unter der feinsten Qualität findet sich allerdings ein Gewebe mit $k = 0{,}0000886$, aber auch die hohe Zahl 0,0000998. Die billigeren Sorten weisen durchgängig allerdings nur Zahlen auf, die über 0,000093 liegen.

Mit dem verschiedenen Preis wird von dem Käufer also irgend eine andere Eigenschaft des Stoffes bezahlt; jedenfalls nicht ein Vermögen, die Wärme besser zurückzuhalten, das er ohnedies in praxi nicht erkennen kann.

Ein ziemlich umfangreiches Material liegt bezüglich der Grundstoffmischungen vor: Gewebe aus Wolle-Baumwolle, sowie solche aus Seide-Baumwolle werden angefertigt. Ich habe die Zahlen über die Zusammensetzung und das Wärmeleitungsvermögen in nachstehender Tabellen zusammengefasst.

Tabelle VII.

Wolle-Baumwolle.

Wolle gezwirnt	Wolle einfach	Baumwolle	k
90	—	10	0,0000837
70	—	30	0,0000807
66,6	—	33,3	0,0000841
25	35	40	0,0000803
55	—	50	0,0000843

Seide-Baumwolle.

Chines. Seide gezwirnt	Florett-Seide gezwirnt	Baumwolle gezwirnt	k
—	70	30	0,0000819
70	—	30	0,0000823
—	65	35	0,0000869
60	—	40	0,0000866
—	50	50	0,0000859
50	—	50	0,0000839

Die erste Tabelle über Mischungen von Wolle und Baumwolle zeigt, dass hinsichtlich des Leitungsvermögens, keineswegs allemal der vermehrte Zusatz an Baumwolle das Leitungsvermögen herabdrückt, sondern, dass es Producte gibt, welche trotz Baumwollzusatz gut die Wärme zurückhalten. Diese Thatsache ist erfreulicher Natur, weil sie innerhalb gewisser Grenzen die Anwendbarkeit der Baumwolle an Stelle der Wolle beweist und die Technik zu Versuchen nach dieser Richtung hin auffordert.

Die zweite Tabelle zeigt, dass Florettseide oder gezwirnte chines. Seide keine verschiedene Wirkung geben und mit dem Zusatz von Baumwolle im Durchschnitt das Leitungsvermögen erhöht wird.

Die technische Ausführung der Gewebe, ihre Structur, kann also, wie dieser Fall erweist, zum Theil die Eigenschaften der Gewebstoffe heben und verbessern oder sie auch nachteilig beeinflussen. Differenzen, wie sie durch Mischung von Wolle und Baumwolle z. B. in dem Sinne einer Erhöhung des Leitungsvermögens des Gemisches sich ergeben müssten, können durch rationelle Verarbeitung ausgeglichen werden.

b) Leitungsvermögen für das natürliche specifische Gewicht.

Welche Stellung die Kreppe hinsichtlich des Leitungsvermögens einnehmen, wenn ihre natürliche Dichte in Betracht kommt, bedarf einer besonderen Besprechung.

Tabelle VIII.

Leitungsconstanten bei natürlichem specifischen Gewicht.

Nr.	Stoffe	Im Versuch beobachtet bei welchem spec. Gewicht?	Natürliches spec. Gewicht	Leitungsconst. bei 6 g Füllung des Calorimeters III	Die Leitung ist zu berechnen f. eine Füllung von x Gramm	Leitungsverm. bei nat. spec. Gew. Luft = 100	Absolutes Leitungsverm. bei natürlich. spec. Gewicht Luft = 0,0000532
1	Seide, stark	0,117	0,114	0,0000921	5,81	158,3	0,0000842
2	» mittel . . .	»	0,089	0,0000895	4,54	142,1	0,0000756
3	» leicht .	»	0,110	0,0000862	5,61	146,7	0,0000780
4	Seide-Baumwolle st. .	»	0,095	0,0000885	4,84	143,5	0,0000763
5	» l. .	»	0,116	0,0000890	5,92	154,0	0,0000819
6	Wolle, stark	»	0,133	0,0000905	6,78	164,8	0,0000877
7	» leicht . . .	»	0,141	0,0000909	7,19	169,4	0,0000901
8	» leicht . . .	»	0,115	0,0000868	5,86	149,8	0,0000797
9	Seide-Baumwolle . .	»	0,139	0,0000940	7,09	174,9	0,0000930
10	» leicht	»	0,159	0,0000928	7,11	172,7	0,0000919
11	Wolle	»	0,119	0,0000872	6,07	152,2	0,0000810
12	» leicht	»	0,127	0,0000910	6,48	163,0	0,0000867
13	Seide-Wolle, mittel .	»	0,118	0,0000936	6,02	163,0	0,0000867
14	» leicht .	»	0,118	0,0000907	6,02	157,8	0,0000839
15	Baumwolle	»	0,157	0,0000994	8,00	196,8	0,0001047
16	»	»	0,137	0,0001078	6,99	202,0	0,0001074
17	»	»	0,104	0,0000958	5,30	158,7	0,0000844
18	»	»	0,142	0,0001010	7,24	191,2	0,0001017
19	» . . .	»	0,143	0,0001068	7,29	203,8	0,0001084
20	»	»	0,116	0,0001034	5,92	178,7	0,0000951
21	»	»	0,110	0,0001103	5,61	171,9	0,0000915
22	Wolle, stark	»	0,141	0,0000765	7,19	139,6	0,0000742
23	» leicht . . .	»	0,124	0,0000813	6,32	143,5	0,0000763

Ungleiche Dichte und ungleiche Grundsubstanz äussern deutlich ihren Einfluss. Das schlechteste Leitungsvermögen hat eine Wollsorte mit 0,0000742, das beste Leitungsvermögen eine Baumwollsorte mit 0,0001084. — Es bewegen sich also die Differenzen innerhalb mäfsiger Grenzen.

Nehmen wir den Fall, dass jemand vollkommen gleich dicke Stoffe nach seinem Empfinden beurtheilen wollte, so würde er nicht zu einem einheitlichen und bestimmten Schluss über den Einfluss der Grundsubstanz auf das Wärmeleitungsvermögen kommen können. Wir finden in der Tabelle z. B. folgende Gewebe verzeichnet:

einen Seidenstoff mit	0,0000756	k
einen Seidebaumwollenstoff mit .	0,0000763	»
Wolle u. Seidebaumwollenstoff mit	0,0000877	»
Wolle mit	0,0000901	»
Baumwolle mit	0,0000844	» u. s. w.

Er würde also zu dem Schlusse kommen können, dass Wolle der beste Wärmeleiter ist, Baumwolle ein schlechter und Seide der schlechteste. Man sieht auch hieraus wieder, welche wichtige Bedeutung die Erkenntnis des ungleichen spec. Gewichts für die Beurtheilung der Kleidung besitzt.

c) Wärmedurchgang[1]) bei dem natürlichen specifischen Gewicht und natürlicher Dicke.

Welchen Werth eine Handelswaare hinsichtlich der Behinderung der Wärmeabgabe besitzt, erfährt man durch Berechnung des Wärmedurchganges bei natürlichem spec. Gew. und natürlicher Dicke des Stoffes. (Siehe Tabelle IX S. 94.)

Bei den Seidenstoffen (1—3) schwankt ihr Werth zwischen 0,000726 und 0,001000, bei Seidenbaumwolle (4 u. 5) bedeuten stark und leicht einen weit geringeren Unterschied, ebenso gering ist derselbe bei den Wollsorten (6—8, sowie 11—12, 22 und 23). Die grössten Unterschiede kommen zwischen Baumwolle, 20 und 16, zum Ausdruck, ohne dass im Handel diese beiden Sorten als leicht und schwer geschieden würden.

Die Handelsbezeichnung schwer oder leicht hat demnach in vielen Fällen, wie wir wieder sehen, gar keine Bedeutung für die Beurtheilung des Stoffes.

---

1) Der Ausdruck Wärmedurchgang ist nicht zu verwechseln mit Leitungsconstante.

Tabelle IX.

Wärmedurchgang durch einen Stoff bei nachstehend verzeichneter Dicke.

Nr.	Stoff	Absolut. Leitungsvermögen für das natürliche spec. Gewicht berechnet. Luft 0,0000532	Dicke der Stoffe im Handel in mm	Wärmedurchgängigkeit p. 1 qcm, 1″, 1° Temperat.-differenz und die übliche Dicke
1	Seide, stark	0,0000842	1,16	0,000726
2	» mittel . . .	0,0000756	1,00	0,000756
3	» leicht	0,0000780	0,78	0,001000
4	Seidebaumwolle, stark .	0,0000763	1,81	0,000421
5	» leicht .	0,0000819	1,44	0,000568
6	Wolle, stark	0,0000877	2,37	0,000370
7	» leicht	0,0000901	1,88	0,000479
8	» »	0,0000797	1,80	0,000443
9	Seide-Baumwolle .	0,0000930	1,80	0,000516
10	» leicht .	0,0000919	1,50	0,000613
11	Wolle	0,0000810	2,00	0,000405
12	» leicht	0,0000867	1,87	0,000464
13	Seide-Baumwolle . . .	0,0000867	2,12	0,000408
14	» leicht .	0,0000839	1,65	0,000507
15	Baumwolle	0,0001047	1,31	0,000798
16	»	0,0001074	0,97	0,001107
17	»	0,0000844	0,94	0,000898
18	»	0,0001017	1,31	0,000776
19	»	0,0001084	1,66	0,000653
20	»	0,0000951	1,92	0,000495
21	»	0,0000915	1,75	0,000522
22	Wolle, stark	0,0000742	2,25	0,000329
23	» leicht	0,0000763	1,87	0,000408

Es ist nicht von geringem Interesse, die Stoffe nach ihrem Wärmehaltungsvermögen zu ordnen; man erhält dabei Tabelle X auf S. 95, der ich die Dicke der Stoffe noch beifüge.

Nichts könnte deutlicher darthun, welchen Täuschungen man unterliegt, wenn man nach der sog. empirischen Erfahrung die Gewebe beurtheilt. Wenn wir uns denken, dass eine grosse Menge von Menschen ihre Erfahrungen austauscht, welche sie mit den Kreppstoffen hinsichtlich des Wärmeleitungsvermögens gemacht hat, so wird das allgemein durchschnittliche Urtheil lauten müssen, die Wollstoffe halten am wärmsten, die Baumwollstoffe dagegen am wenigsten

warm. Wodurch kommt aber dieses Urtheil zu Stande? Im vorwiegenden Maasse dadurch, dass, wie die Tabelle ausweist, alle Wollstoffe, wie dies auch bei Tuchen u. s. w. der Fall ist, weit dicker sind als die Handelswaare aus anderem Grundmaterial.

Tabelle X.

Nr.	Stoff	Dicke	Wärme-durchgängigkeit bei üblicher Dicke
1	Seide, stark	2,25	0,000329
2	„ mittel	2,37	0,000370
3	»	2,00	0,000405
4	Seide-Baumwolle	1,87	0,000408
5	»	2,12	0,000408
6	Wolle, stark	1,81	0,000421
7	» leicht	1,80	0,000443
8	»	1,87	0,000464
9	Seide-Baumwolle	1,88	0,000479
10	» leicht	1,92	0,000495
11	Wolle	1,65	0,000507
12	»	1,80	0,000516
13	Seide-Wolle, mittel	1,75	0,000522
14	»	1,44	0,000568
15	Baumwolle	1,50	0,000613
16	»	1,66	0,000653
17	»	1,16	0,000726
18	»	1,00	0,000756
19	»	1,31	0,000776
20	»	1,31	0,000798
21	»	0,94	0,000898
22	Wolle, stark	0,78	0,001000
23	» leicht	0,97	0,001107

Von den 23 Stoffen, die ich untersucht habe, nehmen die Wollstoffe keine schlechtere Stelle als die 9. in der Reihenfolge ein; die einzigen Gewebe, welche den Wollgeweben sich anreihen, sind Gemische von Seide und Wolle. Man darf sagen, dass das Wärmehaltungsvermögen in überwiegendem Maasse bei dieser Handelswaare von der Dicke der Gewebe abhängig ist, während Dichte und Grundstoff erst an zweiter Stelle ihren Einfluss äussern.

Unter den Baumwollstoffen finden sich feine und billige Waaren vertreten. Der Wärmedurchgang durch die feine Waare beträgt 0,000934 und durch die billigen Sorten 0,000612. Die billigen Sorten halten also sogar wärmer wie die »feinen« Stoffe.

Die Kreppstoffe werden wesentlich zu Unterkleidern bestimmt; in welchem Maasse sie dabei ihrer Aufgabe genügen, das wird in einer späteren Abhandlung zusammen mit anderen Untersuchungen besprochen werden. Angenehm berührt beim Tragen die hohe Elasticität und Dehnbarkeit dieser Stoffe.

Ueber die Comprimirbarkeit dieser Gewebe finden sich an anderer Stelle[1]) bereits Angaben; es zeigt sich, dass entsprechend dem geringen spec. Gewichte die Weichheit der Gewebe den Flanellstoffen an die Seite gestellt werden kann.

Beziehungen zur Feuchtigkeit.

a) Minimalste Wassercapacität.

Die minimalste Wassercapacität spielt eine wichtige Rolle insofern, als eine grosse Zahl von Eigenschaften eines Gewebes mehr oder minder direct mit der Wassercapacität zusammenhängen. Tabelle XI auf S. 97 ergibt eine Uebersicht.

Die Wassercapacität ist also bei den einzelnen Stoffen ziemlich ähnlich. Am geringsten ist sie bei Wollkrepp, höher bei Baumwollkrepp, am grössten bei Seidenkrepp. Eine Wollbaumwoll-Mischung nimmt mehr Wasser auf als Reinwolle und eine Seidenbaumwoll-Mischung weniger wie Reinseide. Die minimalste Wassercapacität der untersuchten Kreppstoffe erinnert an die von mir für Tricotgewebe gemachten Angaben. Auch unter den Tricots[2]) steht die Wassercapacität der Seide an erster Stelle; dann folgt Wolltricot und zuletzt erst die Tricotbaumwolle. Diese Stellung der Tricotbaumwolle findet man nur, so lange dieselbe neu ist und offenbar noch fettartige Stoffe enthält. In dem Baumwollkrepp finden sich solche fettartige, die Benetzung hindernde Substanzen nicht.

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XXVII, S. 51.

2) a. a. O., S. 55.

Tabelle XI.

Stoff	1000 g nehmen Wasser auf	Mittelwerthe		Im benetzten Stoff sind Raumtheile Wasser per 100
Wolle	976 1099	1037		14,7
Seide	1359 1547 1378	1428		16,8
Baumwolle	1225 1426 1132	1240	1268	19,9
	1180 1335 1246 1327	1302		
Wolle-Baumwolle	1214 1219 1230 1191	1213		17,1
Seide Baumwolle	1359 1274	1316		20,9

Der letzte Stab der Tabelle gibt die Volumina der Poren, welche durch Wasser sich schliessen; bei Wolle bleiben am meisten Poren frei, weniger bei Seide, noch weniger bei Baumwolle. Die Porenfüllung hängt, wie wohl nicht weiter hervorgehoben zu werden braucht, natürlich auch vom spec. Gewicht der Stoffe mit ab, weshalb die Reihenfolge der Stoffe mit Bezug auf die Porenfüllung eine andere ist, als hinsichtlich der Wassercapacität im allgemeinen.

Im günstigsten Falle werden bei Kreppstoffen 16,4 %, im ungünstigsten Falle 23,6 % der Poren durch Wasser geschlossen.

b) Leitungsvermögen nasser Stoffe.

Experimente über das Leitungsvermögen der nassen Stoffe haben insofern Bedeutung, als wir bis jetzt die Kreppstoffe in dieser Hinsicht überhaupt noch nicht geprüft haben.

Mit je einem Gewebe aus einem unvermischten Grundstoff wurden folgende Experimente angestellt:

Tabelle XII.

Stoff	Volume			β log e	k für Luft = 0,0000575	Relative Zahl zu Luft	k für Luft = 0,0000532
	Luft	Wasser	feste Stoffe				
Seide	92,4	0	7,6	0,0005059	0,0000869	151,2	0,0000852
	86,9	5,9	7,2	0,000814	0,0001465	254,8	0,0001355
	81,0	11,8	7,2	0,000883	0,0001665	289,5	0,0001540
Wolle[1]	89,6	0	10,4	0,000454	0,0000795	138,3[1]	0,0000708
	88,1	5,9	6,0	0,000744	0,0001330	231,3	0,0001230
	82,2	11,8	6,0	0,000786	0,0001472	256,1	0,0001362
Baumwolle	93,4	0	6,6	0,0005171	0,0000884	153,8	0,0000920
	87,5	5,9	6,6	0,000790	0,0001418	246,6	0,0001312
	81,6	11,8	6,6	0,000905	0,0001702	296,1	0,0001575

Zur Anwendung kam bei Wolle 3,94 g Substanz und 3 und 6 g Wasser, bei Seide 4,88 g Substanz, bei Baumwolle 4,42 g und Wasser wie oben. Bezüglich des methodischen Theils und der Berechnungsweise muss ich auf meine früheren Arbeiten verweisen.[2]) Mit zunehmender Wassereinlagerung wächst also das Wärmeleitungsvermögen.

Für je 1 Volumprocent Wasseraufnahme nimmt das Leitungsvermögen zu:

	Seide	Wolle	Baumwolle
für die erste Wasseraufnahme	17,8	18,3	15,8
für die grössere Wasseraufnahme	11,7	11,4	12,0

Die Zunahme an Leitungsvermögen ist sonach eine sehr bedeutende und überschreitet die für andere Gewebe gefundenen Werthe erheblich. Der Zuwachs an Leitungsvermögen beträgt zwischen 0—6 Raumprocenten weit mehr als zwischen 6—12 Raumprocenten; da das offenbar allgemein gilt, so kann man zwei feuchte Stoffe nicht beliebig in Parallele setzen, sondern nur dann, wenn sie annähernd gleichviel Raumtheile Wasser aufgenommen haben. Berücksichtigt man dies, so ist die Aus-

1) Auf 3,92 g = 122,0 relat. Zahl.

2) Dieses Archiv, Bd. XXV, S. 59.

nahmsstelle der Kreppstoffe keine auffallende. Der Vergleich lautet:

	für 1% Zunahme d. Wassergehalts steigt d. Leitungsvermög. um x % bei 11,8 — 14 Vol.-Proc. an Wasser
Wollkrepp	11,4
Wollflanell	5,7
Wolltrikot	8,33
Kaschmir	9,11
Seidenkrepp	11,7
Seide glatt	7,8
Baumwollkrepp	12,0
Batist	9,5

Bei minimalster Wassercapacität haben die Kreppstoffe folgende Volumenzusammensetzung:

	Feste Stoffe	Wasser	Luft
Seide	7,2	16,3	76,2
Wolle	6,0	14,7	79,3
Baumwolle	6,6	19,9	73,5

Die Schwankungen im Wärmeleitungsvermögen, bei Trockenheit und minimalster Wassercapacität würden sich sodann verhalten

bei Seide wie 151,2 : 341,9 = 1 : 2,26
bei Wolle wie 122 : 289,5 = 1 : 2,37
bei Baumvolle wie 153,8 : 392,6 = 1 : 2,55

Die Schwankungen sind grösser als bei Wollflanell[1]), annähernd so gross wie bei Wolltricot, erheblich kleiner als bei den glattgewebten Baumwoll- und Leinenstoffen.

c) Hebung capillaren Wassers.

Einzelne der Gewebe aus Wolle, Seide, Baumwolle wurden auf das Aufsaugungsvermögen für Wasser untersucht, indem sie zwischen zwei Klemmen, die für solche Zwecke eingerichtet sind und je vier Proben von 2 cm Breite aufnehmen können, ausgespannt und in fuchsinhaltiges Wasser getaucht wurden. Das Wollgewebe nimmt Wasser selbst in einem Tage nur wenig

1) Siehe a. a. O., S. 65.

auf, Seidenkrepp rasch und sehr rasch wie in einem Schwamme steigt in dem Baumwollkrepp die Flüssigkeit in die Höhe. Im Seidenstoff trennt sich Wasser und Fuchsin, indem ersteres weit höher steigt als der Farbstoff.

Die Menge des capillar gehobenen Wassers ist auch bei Baumwollkrepp nicht so bedeutend, dass der Wassergehalt bei minimalster Wassercapacität erreicht oder überschritten würde.

Allgemeine Charakteristik.

Nach den vorliegenden Untersuchungen sind die Kreppstoffe die leichtesten Stoffe, welche zu Bekleidungszwecken dienen, wenn man von aussergewöhnlich luftigen Flanellsorten absieht. Die einzelnen Gewebe verschiedener Grundsubstanz unterscheiden sich in dieser Hinsicht nicht erheblich; das ist bemerkenswerth, da man bisher in der Verarbeitung der Seide und der Baumwolle zu lockeren Geweben nicht so glücklich wie bei Wolle gewesen war. Dem hohen Luftgehalt entspricht auch die hohe Comprimirbarkeit, die ihrerseits im Zusammenhang mit der nicht unerheblichen Dicke der Stoffe, denselben die Eigenschaft hoher Weichheit verleiht.

Die Fadenordnung im Krepp erleichtert den Wärmedurchgang, weil viele directe Verbindungen zwischen den wärmeabgebenden Flächen geschaffen sind; praktisch wird dieser Nachtheil wieder ausgeglichen durch den höheren Luftgehalt der Kreppstoffe gegenüber den Tricotgeweben verschiedener Grundsubstanz. In ihrem Wärmedurchgangsvermögen [1]) reihen sich die Kreppe zwischen Wollflanell und Wolltricot [2]), einige überschreiten die Wärmehaltung der Baumwolltricots nur unerheblich.

Die minimalste Wassercapacität ist bei den Baumwoll- und Seidegeweben etwas grösser als bei den verwandten Tricotstoffen. Die Einlageung von Wasser bedingt wegen der Faltenbildung der Stoffe ein sofortiges Anwachsen des Wärmeverlusts auf mehr als bei den Flanellen und Tricotgeweben der Verlust wächst.

1) Nicht identisch mit Wärmeleitungscoëffizient.

2) Archiv f. Hygiene, Bd. XXIV, S. 374.

Der Wechsel, welcher im Wärmeleitungsvermögen zwischen trockenen und feuchten Geweben besteht, stellt Woll- und Seidenkrepp sehr nahe dem Jägerschen Wollfabrikat, während die Baumwolle, wegen ihres ungemein grossen Vermögens Wasser aufzusaugen, etwas nachsteht.

Die Luftdurchgängkeit der Kreppgewebe, auf die ich a. O. noch zu sprechen komme, ist eine ausserordentlich grosse und steht im Verhältnis zu dem hohen Luftgehalt im Allgemeinen.

Notiz über die hygienische Bedeutung von Sammtstoffen.

Von

Max Rubner.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität Berlin.)

Die Beobachtungen mit den Kreppstoffen, bei welchen die zu den Wärme abgebenden Flächen vertical stehende Faserordnung, Anlass zu einem reichlichen Abfluss an Wärme bildet, liess es wünschenswerth erscheinen, auch für den Sammt festzustellen, wie sich das Leitungsvermögen gestaltet. Im Anschluss hieran mögen auch die anderen Eigenschaften hier Platz finden, welche geprüft worden sind.

Die zwei untersuchten Sorten waren ein Baumwollsammt und ein Seidensammt. Der letztere erwies sich als nicht frei von anderer Beimengung, insofern das bei jedem Sammt vorhandene glattgewebte Grundgewebe reich an Baumwolle war.

Stoff	Dicke in mm	Flächen-Gewicht in Gramm pro 1 qcm	Spec. Gewicht	Luft in %	Feste Stoffe in %
Baumwoll-Sammt . . .	0,98	0,019	0,194	85,1	14,9
Seiden-Sammt	1,205	0,016	0,133	89,8	10,2

Wie die kleine Tabelle darthut, gehörten die untersuchten Stoffe zu den lockeren Geweben, indem ihr spec. Gew. 0,133 bis 0,194 betrug und der Luftgehalt zwischen 85—90%, — also ähnlich wie bei manchen Tricots.

Was die Comprimirbarkeit anlangt, so würde dieselbe für den Baumwollsammt grösser sein als für Baumwolltricot und

kleiner als für Baumwollkrepp. Der Seidensammt bot aber mehr Widerstand als glattgewebte Seide. Folgendes waren die Zahlen:

	Dicke Belastung			Relative Zahl Belastung		
	0	I	II	0	I	II
Baumwollsammt	0,98	0,417	0,407	100	42	41
Seidensammt	1,205	0,842	0,810	100	69	67

Für die Messung der Leitungswärme wurde Cal. IV mit 2—5 mm Abstand der Begrenzungsflächen verwendet; die Zahlen führt nachstehende Tabelle auf. Das Leitungsvermögen der Luft wurde mit dem Calorimeter zu 0,0000575 gefunden.

Cal. IV (0,2654 spec Gewicht für 6 g Füllung).

Füllung	g	β log *e*	*k*	Relative Zahl zu Luft = 0,0000575	*k* für 6 g Füllung	*k* für 6 g Füllung u. Luft = 0,0000532
Seiden-Sammt (und Baumwolle) . .	2,92	0,000871	0,0000787	136,9	175,6	0,0000924
Baumwoll-Sammt .	3,34	0,001166	0,0001058	184,0	250,6	0,0001333

k für natürliches specifisches Gewicht.

Füllung	Im Versuch beobachtet b. welchem spec. Gew.?	Natürl. specif. Gewicht	*k* für 6 g Füllung d. Calor.	Die Leitung ist zu berechnen für eine Füllung mit	Leitungs-vermögen bei natürl spec. Gew. Luft=100	*k* bei natürl. spec. Gew. Luft = 0,0000532
Seiden-Sammt .	0,129	0,133	0,0000924	3,00	137,8	0,0000743
Baumwollsammt	0,146	0,194	0,0001333	4,38	197,2	0,0001049

Will man erfahren, welche Wirkung die eigenthümliche Anordnung der Fäden hat, so kann man die Ergebnisse vergleichen mit den Versuchen, die im Archiv f. Hyg. Bd. 24, 361 aufgeführt sind.

Ich fand für 6 g Füllung des Cal. IV für *k*.:

Füllung	Glattgewebte Stoffe	Tricotstoffe	Flanell	Sammt
Wolle	0,0000686	—	0,0000723	—
Baumwolle	0,0000810	—	—	0,000133
Leinen	—	0,0001102	—	—
Seide-Baumwolle	—	—	—	0,0000924

Es verhält sich mit den Sammtstoffen also wie mit den Kreppstoffen insofern sie verhältnismässig die Wärme besser leiten als die Faserordnung der Flanelle, Tricotgewebe u. s. w.

Bei diesen Ergebnissen kann aber bis zu einem gewissen Grade auch die Farbe des Stoffes mitgewirkt haben, obschon bei den Baumwollgeweben eine stärkere Beschwerung mit Farbstoff dem Gebrauche nicht entspricht.

Berechnet man das Leitungsvermögen des Sammtes für sein natürliches spec. Gew.[1]), 0,133—0,194, so erhält man ziemlich günstige Ergebnisse. Der Seidensammt würde etwa so gut leiten, wie Winterkammgarn (Wolle) oder Cachemir; der Baumwollsammt etwa wie Baumwolltricot und schlechter als der Leinentricot. Die Stellung des Baumwollsammtes ist daher eine weit ungünstigere als die des untersuchten Seidensammtes.

Unter Zugrundelegung der Dicke der Handelswaare[2]) kann man aus dem Vorstehenden noch ableiten den Wärmedurchgang für die übliche Dicke.

Dieser ist für den Seidensammt = 0,000725, für den Baumwollsammt = 0,001070.

Danach kommt ersterer dem Wolltricot nahe, der Baumwollsammt dem Baumwolltricot.

Die Aufnahme minimalsten Wassers betrug bei Baumwollsammt 1231 g, bei Seidensammt nur 1036 g.

Die Sammtstoffe stellen sich damit in die Reihe mit den Tricotstoffen und sind weniger wasserführend als die Kreppstoffe.

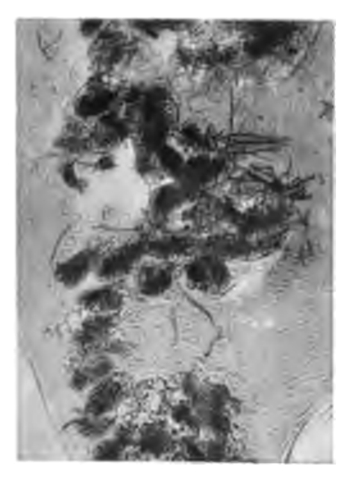
Ich beabsichtige, die Untersuchung der Sammtstoffe in meinem Laboratorium weiter führen zu lassen.

---

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XXIV, S. 371.
2) Dasselbe, Bd. XXIV, S. 374.



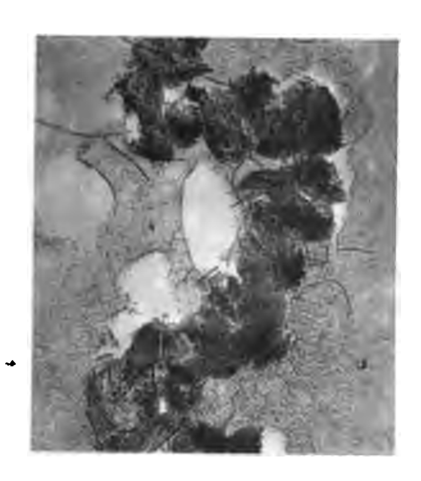
Baumwolltricot.



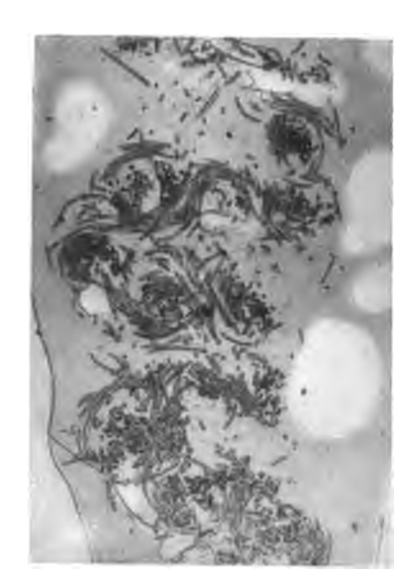
Baumwollkrepp.



Poröses glattes Gewebe aus Wolle-Baumwolle.



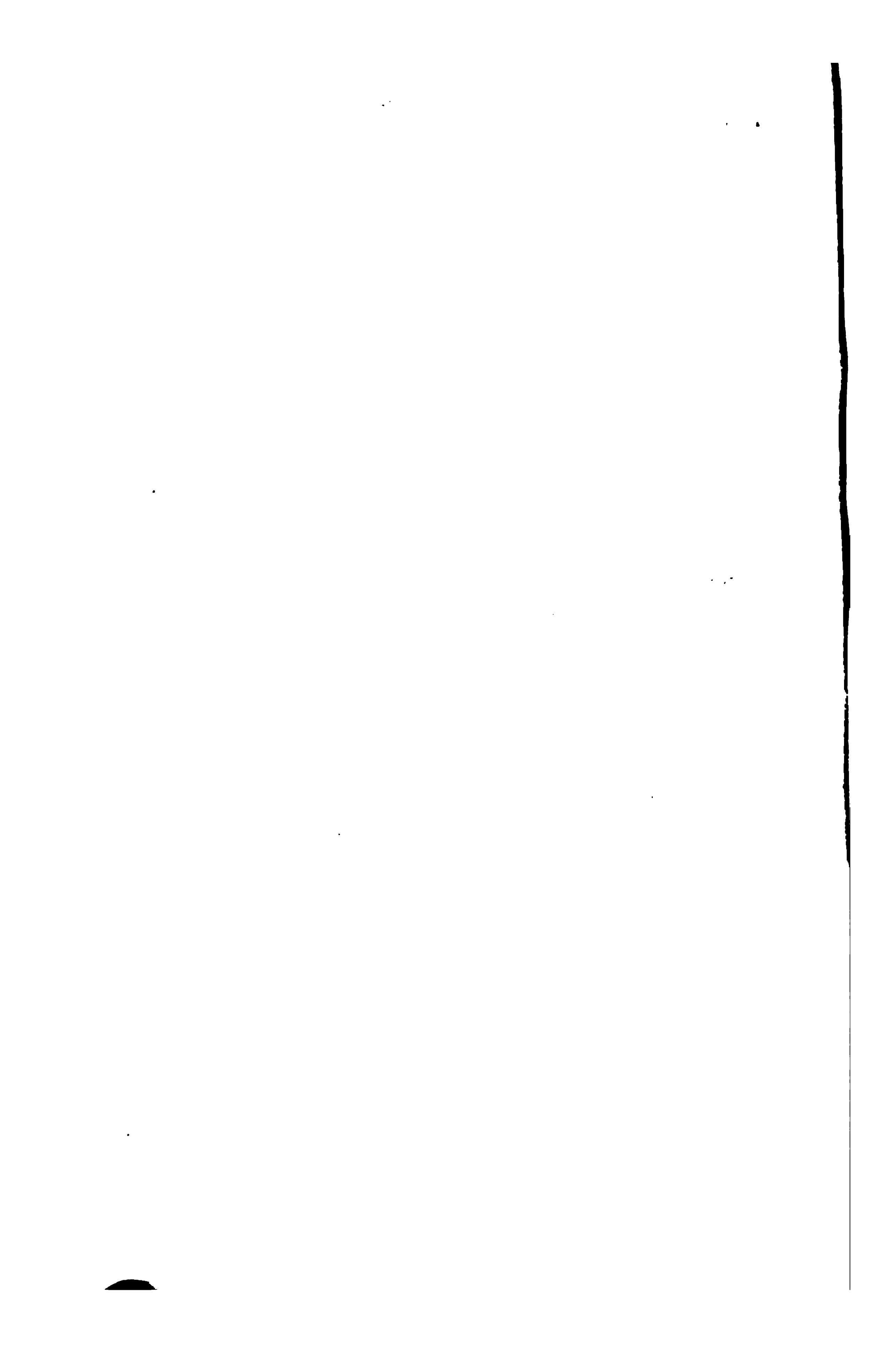
Seidenkrepp.



Wollkrepp.

Verlag von R. Oldenbourg, München und Leipzig.

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.



Ueber das Wärmeleitungsvermögen der zur Militärkleidung dienenden Stoffe.

Von

Dr. **Hermann Grimm** und Dr. **Curt v. Bültzingslöwen.**

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Unsere Kenntnisse auf dem Gebiet der Kleidungshygiene waren bis vor Kurzem noch recht mangelhafte. Freilich sind manche treffliche Arbeiten darüber erschienen und manche orientirende Versuche angestellt worden; doch die Resultate der verschiedenen Autoren waren ziemlich verschieden und widersprachen sich in den wesentlichsten Punkten. Man konnte so weder aus des einen noch des anderen Ergebnisse sichere Schlüsse ziehen. Der Grund dafür lag in Folgendem: Die meisten Experimentatoren wollten sogleich praktische Resultate aus ihren Versuchen herleiten; dies geschah jedoch immer auf Kosten einer exacten wissenschaftlichen Grundlage. In anderen Fällen kam man zu keinem verwendbaren Resultate, weil man wesentliche Factoren, wie Dicke, Dichte und Aufbau der Stoffe noch nicht kannte und die Begriffe Grundstoff und Gewebe nicht auseinanderhielt. Wieder andere wandten für ihre Untersuchungen ungenaue und unzweckmässige Methoden an. So war es kein Wunder, dass die Ergebnisse sich widersprachen und es vielfach an einem wirklichen Beweis für die Richtigkeit derselben fehlte.

Erst durch die neueren, exacten und wissenschaftlichen Untersuchungen Rubner's kam Klarheit in dies Gebiet; die

Kleidungsfrage erlangte so in kurzer Zeit eine nicht geahnte Bedeutung. Der Weg, auf welchem Rubner vorging, war ein äusserst mühevoller. Er fing ganz systematisch und zum Theil mit ganz neuen Methoden die Untersuchung von vorne an; eine ungeheure Aufgabe, die bisher aber glänzende Resultate gezeitigt hat.

Eine Reihe von physikalischen Versuchen musste zunächst eine Grundlage schaffen. So bestimmte er zuerst die Dicke der Stoffe, ihr spec. Gewicht, ihr Porenvolum, die maximale und minimale Wassercapacität, das Volum der festen Substanz etc., alles Factoren, die zur ausgiebigen Beantwortung der Kleiderfrage nothwendig in Betracht gezogen werden müssen. Mit Hilfe einer empfindlichen Thermosäule prüfte er die relative Wärmestrahlung der Stoffe und bestimmte bald darauf die absoluten Werthe dafür. Er lehrte so einen Unterschied machen zwischen Wärmestrahlung und Wärmeleitung unserer Bekleidungsstoffe.

Nachdem er den Begriff »Wärmeleitungsvermögen«, der früher vielfach missverstanden wurde, genau präcisirt hatte, machte er sich daran, zunächst die relative Leitungsfähigkeit der Grundstoffe direct zu prüfen; denn es war ihm klar, dass es unmöglich sei, von der Leitungsfähigkeit der Gewebe auf die der Grundstoffe zu schliessen, — wie es gewöhnlich früher gemacht wurde — da doch in jedem Gewebe das Gemisch von Stoff und Luft verschieden sei.

Er constatirte auf diese Weise, dass die Grundstoffe sämmtlich die Wärme besser leiten als die Luft, ferner, dass auch zwischen den einzelnen Grundstoffen ein wesentlicher Leitungsunterschied bestehe.

Nach Feststellung dieser fundamentalen Thatsachen ging er an die Prüfung der Leitungsfähigkeit der Gewebe.

Während man bisher annahm, dass alle Stoffe bei gleicher Dicke die Wärme gleich gut hindurchliessen, wies Rubner nach, dass die Dichte und die Faserordnung Factoren von ausschlaggebender Bedeutung seien, bisher aber eine Würdigung nicht gefunden hatten; er zeigte, dass im Allgemeinen das

Wärmeleitungsvermögen unserer Kleidungsstoffe eine Function ihres specifischen Gewichtes sei.

Die Leitungsfähigkeit der Grundstoffe und Gewebe direct in absoluten Maassen zu prüfen, wandte Rubner verschiedene Methoden an, die jedoch alle dasselbe Resultat gaben; ein guter Beweis also für die Vollkommenheit der Methoden und die Richtigkeit der Ergebnisse. Wir erwähnen als von ihm benutzte Apparate das den speciellen Verhältnissen angepasste Stefansche Calorimeter und den von ihm selbst construirten und so benannten »Durchströmungsapparat«.

Uns wurde von Herrn Professor Rubner vorgeschlagen, für die Untersuchung der Wärmeleitungsfähigkeit der Militärstoffe ein Stefan'sches Calorimeter anzuwenden.

Die Stoffe, welche Verwendung fanden, waren folgende:

1. Waffenrock;
2. Tuchhose;
3. Schwarzer Mantel;
4. Grauer Mantel;
5. Drillichjacke;
6. Drillichhose;
7. Leinenes Futter;
8. Leinenes Hemde;
9. Leinene Unterhose.

Diese Stoffe bestehen also zum Theil aus Wolle, zum Theil aus Cellulose.

Es war nun zunächst unsere Aufgabe, die chemische Zusammensetzung der Stoffe zu prüfen, ob dieselben rein vorlagen, oder ein Gemisch von verschiedenen Stoffen waren.

Die diesbezügliche Prüfungsmethode war folgende: Bestimmte Mengen reiner Wolle und reiner Baumwolle wurden, nachdem sie sorgfältig ausgewaschen, im Soxhlet-Apparat entfettet, lufttrocken gemacht und gewogen waren, solange in 150 ccm 0,5%iger Kalilauge gekocht, bis die Wolle sich makroskopisch aufgelöst hatte. Nach dem Filtriren beider Flüssigkeiten wurde der Rückstand ausgewaschen, bis sich keine alkalische Reaction mehr zeigte, lufttrocken gemacht und gewogen. Nach einstündigem

Kochen in der angegebenen Flüssigkeit war die Wolle gewöhnlich gelöst. Wir machten mit reiner Wolle und reiner Cellulose je 3 Vorversuche:

1. 0,6943 g reiner rother Wolle zeigte nach dem Kochen einen Rückstand von 0,0064 g, also einen Verlust von 99,8%.

1a. 0,6559 g Watte zeigte nach ebensolangem Kochen einen Rückstand von 0,6320 g, also einen Verlust von 3,64%.

2. 0,6388 g reine blaue Wolle zeigte einen Rückstand von 0,0090 g, also einen Verlust von 98,59%.

2a. 0,9578 g Shirting zeigte nach ebensolangem Kochen einen Rückstand von 0,9254 g, also einen Verlust von 3,38%.

3. 0,5750 g rothe Wolle zeigte einen Rückstand von 0,0109 g, also einen Verlust von 98,29%.

3a. 0,4504 g Watte zeigte nach ebensolangem Kochen einen Rückstand von 0,4366 g, also einen Verlust von 3,06%.

Im Mittel erleidet also Wolle einen Verlust von 98,65 %, Cellulose einen Verlust von 3,36 %. Danach müssen beide Stoffe, genau zur Hälfte gemischt, einen Verlust von 51,01 % geben. 2 Versuche, die wir zu diesem Zwecke anstellten, ergaben denn auch 51,3 und 51,5 %.

Man kann also mit dieser Methode ausreichend genau feststellen, wieviel Wolle und wieviel Cellulose (Baumwolle, Leinen) ein Kleiderstoff enthält.

Diese Methode auf die Militärtuchstoffe (eine Prüfung der Leinenstoffe unterblieb aus leicht verständlichen Gründen) angewandt, ergab folgende Resultate:

Waffenrock	94,49 %	Verlust
Tuchhose	92,91 %	»
Grauer Mantel	97,69 %	»
Schwarzer Mantel	96,90 %	»

Diese Versuche beweisen also, dass die von uns verwendeten Militärtuchstoffe aus ziemlich reiner Wolle bestehen. Der kleine Unterschied von reiner Wolle erklärt sich aus einzelnen miteingewebten Unreinlichkeiten (Holzfasern) und wohl zum grössten Theile aus der Menge Farbstoff, der besonders in den Versuchen mit dem Waffenrock und der Hose die Kochflüssigkeit in eine dicke Brühe umwandelte.

Die physikalischen Untersuchungen der Militärstoffe erstreckten sich auf ihre Dicke, das Flächengewicht, das specifische Gewicht, die minimalste Wassercapacität und schliesslich auf directe Prüfung des absoluten Wärmeleitungsvermögens.

Die Dicke der Stoffe zu messen war mit der von Rubner angegebenen Methode (Arch. f. Hyg., 1892) ziemlich einfach. Wir fanden für:

Waffenrock (neu)	1,63 mm
» (getragen)	1,51 »
Schwarzer Mantel (neu)	1,54 »
» » (getragen)	1,50 »
Grauer Mantel	2,00 »
Tuchhose (neu)	1,50 »
» (getragen)	1,50 »
Drillichjacke (neu)	0,70 »
» (getragen)	0,75 »
Drillichhose	0,50 »
Hemd	0,40 »
Leinene Unterhose	0,63 »
Leinenes Futter	0,60 »

Soweit uns die Stoffe zur Verfügung standen, untersuchten wir sie im neuen und getragenen Zustande. Wie die Tabelle I zeigt, ist in beiden Zuständen der Dickenunterschied nur ein geringer. Die Wollstoffe zeigen eine geringe Abnahme der Dicke, die auf einen Verlust der Oberflächenfasern zu beziehen ist. Die getragene Drillichjacke ist dicker als die neue, jedenfalls infolge Auflockerung der Leinenfasern oder weil vielleicht die Dicke des Gewebes, wie es geliefert wird, gewissen Schwankungen unterworfen ist. Die Tuche untereinander zeigen nur geringe Dickenunterschiede; sie entsprechen in ihrer Dicke ungefähr den von Rubner gemessenen, für die Herbstbekleidung dienenden Tuchstoffen.

Das Flächengewicht der untersuchten Militärstoffe war, bei mittlerem Feuchtigkeitsgehalt der Luft, folgender:

Tabelle I.

Bezeichnung	Dicke in mm	1 qcm wiegt bei natürl. Dicke in g	1 qcm von 1 mm Dicke wiegt g
Waffenrock (neu)	1,62	0,0512	0,0315
» (getragen)	1,50	0,0573	0,0381
Schwarzer Mantel (neu)	1,54	0,0496	0,0322
» » (getragen)	1,50	0,0493	0,0329
Brauner Mantel	2,00	0,0530	0,0265
Tuchhose (neu)	1,50	0,0548	0,0365
» (getragen)	1,50	0,0490	0,0327
Drillichhose	0,50	0,0327	0,0654
Drillichjacke (neu)	0,70	0,0375	0,0500
» (getragen)	0,75	0,0341	0,0455
Hemd	0,40	0,0203	0,0507
Leinen-Unterhose	0,63	0,0194	0,0310
Leinen-Futter	0,60	0,0258	0,0430

Die Flächengewichte der Tuchstoffe sind, wie die Zahlen erweisen, ziemlich hoch; sie dürften hierin den von Rubner untersuchten dicken Winterstoffen an die Seite zu stellen sein.

Aus den Flächengewichten kann man direct das spec. Gewicht der Kleidungsstoffe ableiten; für die Militärstoffe ist dasselbe:

Tabelle II.

Bezeichnung	Spec. Gewicht
Waffenrock (neu)	0,315 g
» (getragen)	0,381 »
Schwarzer Mantel (neu)	0,322 »
» » (getragen)	0,329 »
Brauner Mantel	0,265 »
Hose (neu)	0,365 »
» (getragen)	0,327 »
Drillichhose	0,654 »
Drillichjacke (neu)	0,500 »
» (getragen)	0,455 »
Hemd	0,507 »
Leinen-Unterhose	0,310 »
Leinen-Futter	0,430 »

Man sieht aus der Tabelle, dass der Waffenrock und der schwarze Mantel in getragenem Zustande ein höheres spec. Gewicht aufweisen, als im neuen, wie es ja auch leicht verständlich ist, da im Laufe der Zeit ein Faserverlust an der Oberfläche sicherlich stattgefunden hat, die Stoffe also dichter geworden sein müssen. Trotzdem weist doch die getragene Hose ein niederes spec. Gewicht auf als die neue, obgleich doch hier auch sicherlich ein Faserverlust stattgefunden hat. Die Erklärung ist wohl darin zu suchen, dass der in grossen Mengen vorhandene Farbstoff mit der Zeit verloren gegangen ist.

Auch die Drillichjake zeigt eine Abnahme ihres specifischen Gewichtes, die wohl durch Auflockerung des Gewebes bedingt ist, worauf auch die Dickenzunahme hinweist. Im Uebrigen zeigt die Tabelle II an den Drillich- und Leinenstoffen, die aus demselben Material bestehen, deutlich, dass die Bearbeitungsweise, d. h. die Grösse und Gestalt der Poren auf das spec. Gewicht und, wie wir später sehen werden, auf die Wärmeleitung von wesentlichem Einfluss ist.

Für die Wärmeleitungsfähigkeit der Stoffe ist auch von grosser Bedeutung, wieviel Poren sich nach Durchnetzung schliessen, d. h. wieviel Luft durch Wasser ersetzt wird. Früher begnügte man sich damit, das Gewichtsverhältnis zwischen Stoff und Wasser festzustellen; jetzt weiss man, dass es darauf ankommt, wie Rubner zuerst feststellte, das Volumverhältnis von Luft, Stoff und Wasser zu kennen.

Nach Rubner entspricht ungefähr die Wassermenge, welche nach Durchnetzung und darauf erfolgtem Ausdrücken in den Stoffen zurückbleibt, der Wassermenge, welche im täglichen Leben nach Durchnässung durch Regen etc. eintritt; er nennt dies die minimalste Wassercapacität.

Um daraus wieder zu berechnen, wieviel Poren durch Wasser verschlossen werden, bedarf man noch des Porenvolums. Man erhält dies, indem man das Gewicht der in 1 ccm enthaltenen festen Stoffe durch das spec. Gewicht des luftfreien Kleidungsstoffes dividiert; letzteres beträgt nach Rubner für alle Stoffe ca. 1,30. Hat man auf diese Weise das Porenvolum gefunden,

so kann man daraus leicht berechnen, wieviel die maximalste Wassercapacität (Verschluss aller Poren durch Wasser) beträgt. Das Verhältnis der maximalsten und minimalsten Wassercapatität ergibt dann direct die Porenfüllung bei letzterer. In folgender Tabelle sind alle diesbezüglichen Werthe zusammengestellt:

Tabelle III.

Stoffe	Spec. Gew.	Volum der festen Subst.	Porenvolum in ‰	1 g Stoff nimmt an maximalem Wasser auf g	1 g Stoff nimmt an minimalem Wasser auf g	Verhältnis der maxim. und minim. Wassercapac. in %	Nach Benetzg. bleiben Poren offen ‰
Waffenrock (neu)	0,315	0,242	758	2,41	1,33	55,2	337
» (getragen) . .	0,381	0,293	707	1,85	0,95	51,3	344
Schwarzer Mantel (neu) . .	0,322	0,248	752	2,33	1,34	57,6	319
» » (getragen)	0,329	0,253	747	2,27	1,14	50,2	372
Brauner Mantel	0,265	0,204	796	3,00	1,12	37,3	499
Tuchhose (neu)	0,365	0,281	719	1,97	1,25	63,5	262
» (getragen) . . .	0,327	0,252	748	2,29	1,01	44,1	418
Drillichhose	0,654	0,503	497	0,76	0,70	92,2	39
Drillichjacke (neu)	0,500	0,385	615	1,23	0,79	62,6	230
» (getragen) . .	0,455	0,350	650	1,43	0,85	59,4	264
Hemd	0,507	0,390	610	1,20	0,63	52,5	290
Leinen-Unterhose	0,310	0,238	762	2,46	0,87	35,4	492
Leinen-Futter	0,430	0,331	669	1,56	0,76	48,7	343

Die Zahlen beweisen, dass im allgemeinen umsomehr Poren nach Benetzung offen bleiben, je kleiner das spec. Gewicht ist; recht auffällig tritt dies bei der neuen und der getragenen Hose hervor, ebenso bei der Drillichhose. Nur der Waffenrock und der schwarze Mantel haben im getragenen Zustande trotz des höheren spec. Gewichtes, kleinere Wassercapacitäten und entsprechend auch nach Benetzung ein grösseres Volum offener Poren, ein sicherer Beweis, dass das spec. Gewicht dabei nicht allein, sondern noch andere Factoren maassgebend sind, nämlich die Grösse und Gestalt der Poren und die Benetzungsfähigkeit der Porenwandungen. Je kleiner die Poren sind, desto grösser ist die Capillarwirkung, je grösser die Poren sind, desto kleiner die Capillarwirkung. Bei Wolle ist das Verhältnis allerdings

ein anderes, da die Wollfaser keine Anziehung für Wasser zeigt, also die kleinsten Capillarräume dem Wasser den grössten Widerstand entgegensetzen. Doch auch hier erklärt der in Menge vorhandene Farbstoff das Missverhältnis, da er die spec. Eigenschaft der Wolle aufhebt.

Wir kommen jetzt zur directen Prüfung des Wärmeleitungsvermögens unserer Grundstoffe mittelst des Stefan'schen Calorimeters. Betreffs Erklärung und Anwendung des Apparates verweisen wir auf Rubner's Arbeit (Archiv für Hygiene, Bd. 24 S. 290).

Die Dimensionen unseres Apparates sind von Herrn Professor Rubner, auf Grund vielseitiger Erfahrungen, den speciellen Verhältnissen angepasst. Besonders ist durch den geringen Abstand der beiden Cylinder der Einfluss der Wärmestrahlung eliminirt.

Unsere Versuche gelten bei mittlerem Feuchtigkeitsgehalt der Luft.

Wir haben mit jedem Stoff 3 bis 4 Versuche angestellt, deren Durchschnittsergebnisse in Tabelle IV aufgezeichnet sind.

Pc, der Wasserwerth unseres Doppelcylinders beträgt 15,682; Δ, der Abstand beider Cylinder 2,5 mm; F, das Mittel der den Hohlraum (23,01 ccm) umgebenden beiden Cylinderflächen 90,765 qcm.

Sonach ergibt sich für unsere Calorimeter eine Constante $\left(\frac{Pc \cdot \Delta}{F \cdot \log \cdot e}\right) = 0{,}0994$, welche, multiplicirt mit $\beta \log e$, die Anzahl der Calorien angibt, welche durch den Quadratcentimeter in einer Sekunde hindurchgehen, wenn die Begrenzungsflächen 1 cm abstehen und in der Temperatur um 1° C. differiren.

Für die untersuchten Stoffe ist der Correctionsfactor

$$\left(1 + \frac{W}{4\,Pc}\right)$$

mit in Anrechnung gebracht worden (W = Wasserwerth des Stoffes).

Die in der Tabelle zusammengestellten Leitungsconstanten der untersuchten Stoffe sind, nach dem Vorgang von Rubner, des besseren Vergleichs wegen auf 6 g Füllung berechnet, da,

wie von ihm und Schumeister festgestellt wurde, das Leitungsvermögen proportional mit dem Gewicht der Füllung zunimmt. Ebenso haben wir die Ergebnisse auf eine Leitungsconstante Luft = 0,0000532 berechnet, die wie Rubner annimmt, der Wahrheit am nächsten kommt. Unsere für Luft gefundene Leitungsconstante ist 0,0000570.

Tabelle IV.

Füllung	g	β log e	k	Relat. Zahl zu Luft	Relat. Zahl z. Luft für 6 g	Absolute Zahl f. 6 g u. Luft = 0,0000570	Absolute Zahl f. 6 g u. Luft = 0,0000532
Luft	0	0,0000593	0,0000570	100	100	0,0000570	0,0000532
Waffenrock (neu) . .	4,48	0,0000802	0,0000829	145,3	160,7	0,0000916	0,0000855
» (getragen) . .	5,23	0,0000771	0,0000802	140,7	146,7	0,0000836	0,0000780
Schwarzer Mantel (neu)	4,37	0,0000796	0,0000822	144,2	160,7	0,0000916	0,0000855
» » (getrag.)	4,43	0,0000722	0,0000746	130,9	141,9	0,0000809	0,0000755
Brauner Mantel . . .	4,59	0,0000771	0,0000789	138,4	150,2	0,0000856	0,0000799
Tuchhose (neu) . . .	5,05	0,0000800	0,0000831	145,8	154,4	0,0000880	0,0000821
» (getragen) .	4,43	0,0000742	0,0000766	134,4	146,6	0,0000836	0,0000780
Drillichhose	5,93	0,0001027	0,0001068	187,3	188,3	0,0001073	0,0001002
Drillichjacke (neu) . .	6,86	0,0001035	0,0001069	187,5	176,5	0,0001006	0,0000939
» (getragen)	6,21	0,0000943	0,0000983	172,5	170,0	0,0000969	0,0000904
Hemd	5,61	0,0001010	0,0001048	183,9	189,8	0,0001081	0,0001010
Leinen-Unterhose . .	5,30	0,0000978	0,0001012	177,5	187,7	0,0001070	0,0000999
Leinen-Futter	4,74	0,0000945	0,0000977	171,4	190,4	0,0001085	0,0001013

Schon eine oberflächliche Betrachtung der Zahlen zeigt, dass die Leinenstoffe weit bessere Wärmeleiter sind als die Wollstoffe.

Die getragenen Wollstoffe sind durchweg schlechtere Wärmeleiter als die neuen Stoffe, trotzdem sie mit Ausnahme der Hose ein höheres spec. Gewicht haben. Sicher macht sich der Verlust an Farbstoff darin bemerkbar, der in den neuen Tuchstoffen in grossen Mengen vorhanden war. Bei dem Hosenstoff wirkt ausser dem Farbstoff auch noch das in getragenem Zustand geringere spec. Gewicht auf die Differenz der Leitungsconstanten ein; trotzdem ist aber diese Differenz geringer als bei dem Waffenrock und dem alten Mantel, ein Umstand, der wohl nicht anders als auf eine besondere Faserordnung bezogen werden

kann. Auch die getragene Drillichjacke leitet die Wärme besser als die neue, was auch sehr gut mit ihren spec. Gewichten übereinstimmt.

Die angeführten Zahlen für das absolute Leitungsvermögen der Stoffe können nicht unmittelbar praktisch verwerthet werden, weil die spec. Gewichte der einzelnen Calorimeterfüllungen den wirklichen spec. Gewichten der Handelsgewebe nicht entsprechen. In folgender Tabelle sind daher die Leitungsconstanten für das natürliche spec. Gewicht umgerechnet worden; sie zeigt also wieviel Wärme durch einen Quadratcentimeter Fläche, bei 1 cm Dicke und 1° Temperaturunterschied der Begrenzungsflächen, in der Secunde hindurchgeht.

Wie die Berechnung stattzufinden hat, ergibt sich aus Rubner's Arbeit (Arch. f. Hyg. Bd. 24 S. 371).

Tabelle V.

Füllung	Im Versuch beobachtet bei spec. Gewicht?	Natürliches spec. Gewicht	Leitungsconstante bei 6 g Füllung. Luft = 0,0000532	Die Leitung ist zu berechnen auf ein. Füllung von g	Relat. Leitungsvermögen zu Luft bei natürl. spec. Gewicht	Absolutes Leitungsverm. bei natürlich. spec. Gewicht. Luft = 0,000053
Waffenrock (neu)	0,261	0,315	0,0000855	7,25	173,87	0,0000922
» (getragen)	0,261	0,381	0,0000780	8,76	168,15	0,0000894
Schwarzer Mantel (neu)	0,261	0,322	0,0000855	7,49	175,80	0,0000935
» » (getragen)	0,261	0,329	0,0000755	7,57	152,84	0,0000813
Brauner Mantel	0,261	0,265	0,0000799	6,09	150,97	0,0000804
Tuchhose (neu)	0,261	0,365	0,0000821	8,36	175,84	0,0000936
» (getragen)	0,261	0,327	0,0000780	7,52	158,40	0,0000839
Drillichhose	0,261	0,654	0,0001002	15,04	321,24	0,0001709
Drillichjacke (neu)	0,261	0,500	0,0000939	11,51	246,75	0,0001308
» (getragen)	0,261	0,455	0,0000904	10,47	222,50	0,0001198
Hemd	0,261	0,507	0,0001010	11,66	274,55	0,0001460
Leinen-Unterhose	0,261	0,310	0,0000999	7,13	192,33	0,0001024
Leinen-Futter	0,261	0,430	0,0001013	9,90	249,19	0,0001326

Man sieht in der Tabelle, wie sich die Leinenstoffe deutlich von den Wollstoffen abheben, entsprechend ihrem höheren spec. Gewicht und der besseren Leistungsfähigkeit der Grundsubstanz. Die Möglichkeiten, welche in der Leistungsfähigkeit der Grund-

substanzen bestehen, werden dadurch noch verschärft, dass die besten Wärmeleiter die grösste und die schlechtesten Wärmeleiter die geringste Dichte besitzen. Doch ist der Contrast nicht ein so bedeutender, wie man wohl anzunehmen geneigt sein könnte. Wie schon hervorgehoben, wird man nicht fehl gehen, die theilweise Verdeckung der typischen Eigenschaften der Grundstoffe dem Einfluss der Farbe und der verschiedenen Webweise zuzuschreiben.

Aus den obigen Angaben über das absolute Wärmeleitungsvermögen der untersuchten Stoffe lässt sich direct der Wärmedurchgang bei der üblichen Dicke ableiten, d. h. wieviel Wärme durch einen Quadratcentimeter in der Secunde bei 1° Temperaturdifferenz der Begrenzungsflächen hindurchgeht.

Folgende Zahlen veranschaulichen diese Betrachtung:

Tabelle VI.

	Stoffe	Absolutes Leitungsverm. bei natürlich. spec. Gewicht	Dicke	Wärmedurchgang per qcm, 1° Temperaturdifferenz und der üblichen Dicke in 1 Sec.
1.	Brauner Mantel	0,0000804	2,00	0,0004020
2.	Getragener schwarzer Mantel	0,0000813	1,50	0,0005423
3.	Getragene Hose	0,0000839	1,50	0,0005593
4.	Neuer Waffenrock	0,0000922	1,62	0,0005689
5.	Getragener Waffenrock	0,0000894	1,50	0,0005963
6.	Neuer schwarzer Mantel	0,0000935	1,54	0,0006078
7.	Neue Tuchhose	0,0000936	1,50	0,0006243
8.	Getragene Drillichjacke	0,0001198	0,75	0,0015867
9.	Leinen-Unterhose	0,0001024	0,68	0,0016282
10.	Neue Drillichjacke	0,0001308	0,70	0,0018686
11.	Leinen-Futter	0,0001326	0,60	0,0022144
12.	Drillichhose	0,0001709	0,50	0,0034180
13.	Hemd	0,0001460	0,40	0,0036500

Die Stoffe sind nach ihrer Wärmedurchgängigkeit geordnet. Obenan steht der graue Mantel, welcher 0,000402 Cal. hindurchlässt; seine Dicke hat ihn also, obgleich er schon ohnehin das schlechteste absolute Wärmeleitungsvermögen zeigte, hier noch

weit höher über die anderen Stoffe gestellt. An letzter Stelle steht das leinene Hemd mit 0,00365 Cal., also neunmal soviel als der graue Mantel. Die getragenen Kleidungsstücke stehen in der Wärmedurchgängigkeit sehr günstig da. Im praktischen Leben werden sie sich jedenfalls etwas anders verhalten; sie werden mehr Verunreinigungen, wie Staub, Fett etc. enthalten und deshalb die Wärme bedeutend besser leiten als die neuen Stoffe. Die von uns untersuchten getragenen Kleidungsstücke waren frei von Verunreinigungen.

Vergleicht man bei den untersuchten Stoffen Dicke und spec. Gewicht, so sieht man, wie beide ziemlich regelmässig im umgekehrten Verhältnis stehen; je kleiner das spec. Gewicht, desto grösser die Dicke. Da die Wärmeleitung mit dem spec. Gewicht abnimmt, sollte eigentlich das Entgegengesetzte der Fall sein. Man müsste also die dichten Stoffe soviel dicker machen, wenn sie so warm halten sollen wie die mit geringer Dichte. Dass dem nicht so ist, liegt daran, dass die Empirie ganz unbewusst die Ventilation mit in Betracht gezogen hat. Ein poröser Stoff gestattet eine bessere Ausdünstung als ein dichter, nicht nur, weil mehr Luft darin vorhanden, sondern auch weil die Beweglichkeit der Luft weit ausgiebiger ist.

Damit ist also der Dicke der Kleidungsstoffe eine Grenze gesetzt.

Die grösste Mehrzahl der von Rubner untersuchten Civilkleidungsstoffe hat eine erheblich geringere Dichte und eine entsprechend grössere Dicke.

Vergleichen wir die Civil- und Militärtuchstoffe auf ihre Zweckmässigkeit, so kommen wir zu dem Resultat, dass beide den Verhältnissen nicht zweckmässig angepasst sind.

Der Soldat, welcher Sturm und Wetter häufig ausgesetzt ist, muss eine grössere Dichte seiner Kleidung haben, weil ihm sonst durch die allzulebhafte Ventilation zu viel Wärme entzogen würde; er darf auch keine zu dicke Kleidung tragen, weil sie seine Beweglichkeit hemmen und ihm zu heiss werden würde. Er muss auch schon aus dem Grunde eine Kleidung von mitt-

lerer Dicke und mittlerer Dichte tragen, weil sie aus praktischen Rücksichten für Sommer wie Winter dieselbe ist.

Das Moment der Belastung wollen wir hierbei ganz aus dem Spiele lassen.

Der Civilist ist im Stande, seine Kleider den Witterungsverhältnissen anzupassen. Er kann einem Wärmeverlust, den er durch eine zu lebhafte Ventilation und durch Kälte erleidet, durch Dickenänderung der Kleidung vorbeugen, ohne durch die Dicke in seinen Bewegungen besonders gehemmt zu werden. Er will überhaupt eine wärmere Kleidung haben als der Soldat, weil seine körperlichen Bewegungen und somit seine Wärmeproduction geringer sind.

Wir sprechen hier von Civilisten nur im allgemeinen; natürlich wird der Beruf in der Wahl der Kleidung eine besondere Rolle spielen.

Nehmen wir mit Rubner an, die Gesammtoberfläche der Kleidung eines Erwachsenen sei etwa 18804 qcm und seine Wärmeproduction im Mittel 2700 grosse Calorien, so wäre beim Soldaten bei einer mittleren Kleidungsdicke von 0,6 cm und einer Temperaturdifferenz der Begrenzungsflächen von 9,5 ° C., in 24 Stunden der Gesammtwärmeverlust durch Leitung

für Tuchanzug . . . . 2370 Cal.
für Drillichanzug . . . 3608 »

Der Wärmeverlust würde also beim Uebergang zum Drillichanzug um 1238 Cal. steigen, also um rund 50 %.

Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung einiger Kindernahrungsmittel, nebst kurzen Angaben über die chemischen Untersuchungsmethoden derselben und den gegenwärtigen Stand der Frage der künstlichen Kinder-Ernährung.

Von

Magister **Magnus Blauberg,**
cand. med.

(Aus dem hygienischen Institute in Würzburg.)

Einleitung.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Sterblichkeit der Kinder, besonders im ersten Lebensjahre derselben, eine erschreckend grosse ist[1]) und in keinem richtigen Verhältnisse zur Sterblichkeitsziffer der erwachsenen Bevölkerung steht. Forschen wir nach den Ursachen dieser traurigen Thatsache, so ergibt sich, wie Biedert[2]) sehr treffend bemerkt, dass das Leben der Kinder schon in der frühesten Zeit von gewissen allgemeinen Verhältnissen abhängt, die nur zu sehr variiren und sich nicht nur in verschiedenen Ländern und zu verschiedenen Zeiten, sondern auch je nach der Rasse, Beschäftigung der Eltern u. s. w. in verschiedenem Grade geltend machen. Neben diesen, man

1) Nach einer Zusammenstellung von Wappaeus, der über 15000000 Sterbefälle zu Grunde liegen, sterben über 25% der Kinder im ersten Lebensjahre. Frank, Ueber künstliche Ernährung Neugeborener. Inaugural-Dissertation, Würzburg.

2) Dr. Ph. Biedert, Die Kinderernährung im Säuglingsalter etc. 1893.

könnte sagen, social-ökonomischen Ursachen der Kindersterblichkeit, denen gegenüber der Einzelne machtlos dasteht, dürfte aber auch mit solchen Factoren zu rechnen sein, die, wenn man sich so ausdrücken darf, constanter Natur sind, und welchen gegenüber die Intelligenz der Eltern und Erzieher viel vermag. Ich habe hierbei die Ernährungsstörungen, die an der grossen Sterblichkeitsziffer während des ersten Lebensjahres den Löwenantheil haben und so allgemein verbreitet sind, sowie die Bekämpfung, resp. Verhütung, derselben durch rationelle, den physiologischen Anforderungen des kindlichen Organismus entsprechende, Ernährung im Auge. In der That, sehen wir von den dem Kindesalter eigenen Infectionskrankheiten und den schlechten allgemeinen hygienischen Verhältnissen, unter denen besonders die Kinder der ärmeren Stände nicht selten aufwachsen müssen, ab, so ergibt sich klar und deutlich, dass unter denjenigen Ursachen, die im ersten Kindesalter zu Erkrankungen prädisponiren, die Ernährungsstörungen eine sehr hervorragende Stelle einnehmen. Es ist dies eine wohlerwiesene Thatsache, die keines ziffermässigen Beweises bedarf, da überall, wo genaue statistische Beobachtungen über die Kindersterblichkeit während der ersten Lebensjahre angestellt wurden, immer wieder und wieder die Richtigkeit dieser Thatsache constatirt wurde. (Siehe hierüber u. A.: Pfeifer, die Kindersterblichkeit, in Gerhard's Handbuch der Kinderkrankheiten. — Würzburg, Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte 1887. — A. von Fircks, Die Zeit der Geburten und die Sterblichkeit der Kinder während des ersten Lebensjahres. — Zeitschrift des kgl. preuss. statist. Bureaus, Jahrg. XXV, S. 93 u. ff. — Wernich, Generalbericht über das Medizinal- und Sanitätswesen der Stadt Berlin im Jahre 1881, S. 21.)

Nach dem Gesagten ist es auch erklärlich, dass die Frage der rationellen Kinderernährung stets das volle Interesse des Arztes und Hygienikers besessen hat. Diese Frage ist sehr häufig ventilirt worden und besitzt schon eine umfangreiche Literatur, in welcher sich Specialisten und Laien ad libitum ausgesprochen haben. (Es gibt eine grosse Anzahl von Brochüren

über Kinderernährung etc., die von Lehrern, »Naturheillehrern« u. dergl. zusammengestellt sind).

Seit der Zeit, da die Lehre von der Ernährung des menschlichen Organismus, dank den klassischen Untersuchungen der Münchener Schule, in früher kaum geahnte Bahnen geleitet wurde, ist es das Bestreben der Aerzte gewesen, durch die Errungenschaften der Wissenschaft dem groben Empirismus, von welchem ja die Ernährungslehre so lange beherrscht war, entgegenzukämpfen.

Lässt sich einerseits nicht leugnen, dass durch diese Bemühungen viel segensreicher Nutzen geschaffen wurde, so darf man sich anderseits aber auch nicht verhehlen, dass die wissenschaftlichen Principien der Ernährungslehre nur sehr langsam Einzug in's praktische Leben halten konnten. Es ist aber gewiss einleuchtend, welch hervorragende Bedeutung die rationelle Ernährung im menschlichen Leben spielt, und man muss zugeben, dass schon die Aerzte des Alterthums diese Bedeutung erkannt und zu würdigen gewusst hatten.

Wenn nun beim erwachsenen Menschen — beim Individuum, dessen anatomische und physiologische Entwickelung zu einem gewissen Abschluss gekommen — die Ernährungsfrage eine so wichtige und von so einschneidender Bedeutung ist, so ist es eo ipso verständlich, dass beim Kinde — dem heranwachsenden Organismus — dieser Factor noch mehr ins Gewicht fallen muss. In der That, das Kind muss nicht nur ernährt werden, sondern es bedarf auch noch solcher Bedingungen, die ein Optimum des Wachsthums möglich machen, woraus schon erhellt, dass die rationelle Ernährung desselben, besonders in der frühesten Jugend, keine leichte Aufgabe ist, umsomehr, da der Stoffwechsel beim Kinde sich in Vielem von dem beim erwachsenen Menschen wesentlich unterscheidet. Daher können auch die beim Erwachsenen gemachten Erfahrungen nur mit nöthiger Vorsicht für den heranwachsenden Organismus ausgenützt werden. Gewisse anatomische und physiologische Eigenthümlichkeiten[1]) sind es, die den kindlichen Organismus als

1) Vergl. Uffelmann, Hygiene des Kindes.

solchen charakterisiren, und es muss bemerkt werden, dass dieselben erst in den letzten Decennien Gegenstand ernster und systematischer Forschung geworden sind. Während die älteren Arbeiten über die Entwickelungsgeschichte sich grösstentheils mit der Entwickelung des fötalen Organismus beschäftigten, sind die neueren Autoren bestrebt gewesen, die einzelnen Organe bis zur vollständigen Ausbildung, resp. Stabilität, zu verfolgen. Die Resultate dieser schönen Untersuchungen sind aber für die rationelle Ernährung des heranwachsenden Organismus von der grössten Tragweite, denn sie gestatten es, eine mehr oder minder richtige Diätetik der Kinderernährung anzustreben, da es, gestützt auf die anatomischen und physiologischen Eigenheiten des kindlichen Verdauungs-Apparates, nun möglich ist, die Einwirkung desselben auf die verschiedenen Nahrungsstoffe, resp. Nahrungsmittel, bis zu einem gewisen Grade zu verfolgen. Solche Untersuchungen sind jetzt fast zur Nothwendigkeit geworden, denn man kann wohl, ohne zu übertreiben, sagen, dass die »künstliche« Kinderernährung zur Zeit nur zu sehr verbreitet ist, gibt es doch Gegenden, wo das Stillen der Säuglinge durch der eigenen Mutter Brust als eine Ausnahme von der Regel angesehen werden muss. (Nach E. Pfeiffer sind es z. B. einige Gegenden Niederbayerns, wo denn auch die Säuglingssterblichkeit, nach demselben Autor, 500 von 1000 beträgt! E. Pfeiffer, Ueber Pflegekinder und Säuglingskrippen, Wiesbaden 1884).

Von welch grosser Bedeutung aber das Selbststillen der Mütter für die Kinder, besonders in den ersten Lebensmonaten derselben ist, beweisen nur zur Genüge die in dieser Hinsicht gemachten Untersuchungen, aus denen zur Evidenz hervorgeht, dass das unter günstigen, allgemeinen, hygienischen Verhältnissen aufwachsende und während des ersten Lebensjahres von der eigenen Mutter gestillte Kind all den schlimmen Folgen der Ernährungsstörungen viel weniger ausgesetzt ist, als diejenigen Kinder, welche sich nur einer »künstlichen« Ernährung erfreuen konnten.

Da nun die »künstliche Ernährung« der Kinder immer mehr und mehr zunimmt, so ist es auch leicht erklärlich, dass man

schon lange nach einem Ersatzmittel der Frauenmilch zu suchen angefangen hat, deren grosse Vorzüge schon den Aerzten des Alterthums bekannt waren, wenn gleich es damals auch keine »künstliche Kinderernährung« im heutigen Sinne des Wortes gab. Die Praxis ist denn auch diesem Bedürfnisse (sit venia verbo) des Publikums in der zuvorkommendsten Weise entgegengekommen, und es gibt heutzutage eine ausserordentlich grosse Anzahl von solchen »Surrogaten« der Frauenmilch, deren Herstellung für verschiedene Industrielle oft zu einem sehr lukrativen Geschäft geworden ist. In der That ist die Concurrenz auf diesem Gebiete eine erschreckend grosse geworden, und darf man wohl sagen, dass die Fabrikanten nicht immer von dem Wunsche beseelt sind, die Kindersterblichkeit herabzudrücken, sondern nicht selten nur materielle Interessen verfolgen (z. B. Anpreisen gewisser stärkehaltiger Präparate als »vollständiger Ersatz der Muttermilch« für Säuglinge!). Mit jedem Jahre vermehrt sich die Anzahl dieser »Surrogate« und fast ein jedes wird als »unübertrefflicher« und »vollständiger Ersatz der Muttermilch« feilgeboten. Wenn hierbei auch nicht immer der vielbetretene Weg der groben Falsifikation beschritten wird, so sind es doch in vielen Fällen der rohe Empirismus und die vollständige Unkenntnis der wissenschaftlichen Prinzipien der Ernährungslehre bei der Fabrikation, welche einige dieser Producte sogar nicht unschädlich erscheinen lassen. In erster Linie ist es natürlich der Antheil am Wohl und Wehe des Kindes, der den Arzt und Hygieniker veranlasst, sich wenigstens mit den verbreitetsten dieser »Surrogate« bekannt zu machen, da er nicht selten um Rath in dieser Hinsicht befragt wird; sodann aber auch der Umstand, dass er unter den vielen vielleicht doch etwas für die »Beinahrung« passendes zu finden hofft. Bei dieser Wahl dürften hauptsächlich zwei Punkte zu beachten sein. Einmal die chemische Zusammensetzung dieser »Surrogate« und sodann die Kenntnis davon, wie die betreffenden Präparate von dem kindlichen Organismus ausgenützt werden. Die letztere Frage ist eine überaus schwierige, und man muss gestehen, dass in dieser Beziehung die specielle Literatur noch sehr wenig

Beobachtungen aufzuweisen hat, was eben zum grossen Theil in der Schwierigkeit solcher Untersuchungen gerade bei Kindern seine Erklärung findet. Für die Praxis dürfte es in den meisten Fällen auch genügen, wenn man über eine genaue und vollständige chemische Analyse des betreffenden »Surrogates« verfügen könnte, deren Angaben dann nach den Regeln der physiologischen Ausnützung der Nahrungsmittel im kindlichen Organismus, soweit in dieser Beziehung übereinstimmende Angaben vorliegen, zu verwerthen wären.

Was nun die specielle Literatur über die chemische Zusammensetzung der »Kindernahrungsmittel« betrifft, so finden wir in J. König's Werke[1]) Angaben über die Zusammensetzung der verschiedenartigsten Surrogate, die bei der künstlichen Ernährung der Kinder in den verschiedenen Ländern angewendet werden. Da aber die angeführten Analysen zum grossen Theil älteren Datums sind, nicht immer vollständig und in manchen Fällen den Berichten der Fabrikanten entnommen, so konnte der Gedanke nahe liegen, dass neuere und möglichst eingehende chemische Untersuchungen der zur Zeit gebräuchlichsten »Kinder-Nahrungsmittel« vielleicht nicht ganz uninteressant sein dürften. Ich habe daher in vorliegender Arbeit, die nur einen Theil einer von mir geplanten Monographie bildet, mir die Aufgabe gestellt, eine möglichst grosse Anzahl von denjenigen »Surrogaten«, die bei der künstlichen Kinderernährung am häufigsten gebraucht werden, einer eingehenden chemischen Untersuchung zu unterwerfen. Dabei möchte ich aber, um Missverständnissen vorzubeugen, schon hier bemerken, dass ich durchaus nicht der Meinung bin, dass es zur chemisch-sanitären Beurtheilung dieser Surrogate genügt, nur die genaue chemische Zusammensetzung derselben zu kennen. Es ist mir im Gegentheil vollständig verständlich, dass es zur richtigen Beurtheilung, besonders aber zur Bestimmung des »Nährwerthes« derselben, durchaus auch solcher Versuche bedarf, welche die Ausnützung des betreffenden

1) Dr. J. König, Chemische Zusammensetzung der menschl. Nahrungs- und Genussmittel etc., Bd. I, S. 421 ff., Bd. II, S. 362 ff.

Surrogates im kindlichen Organismus feststellen könnten. Den »Nährwerth und Nährgeldwerth« eines Surrogates allein auf Grund des Gehaltes an Stickstoff-Substanzen, Kohlenhydraten etc. zu berechnen, wie es hie und da geschehen ist, glaube ich zum wenigsten für verfehlt halten zu dürfen. Man sollte doch in den Fällen, wo eine Stoffwechseluntersuchung aus diesen oder jenen Gründen nicht ausführbar, wenigstens zu den »künstlichen Verdauungsversuchen« greifen. Ueber solche Verdauungversuche mit den Surrogaten hoffe ich in fernern Abhandlungen berichten zu können, um so mehr, da diese Arbeiten zur Zeit schon von mir in Angriff genommen sind.

Ehe ich nun zur Mittheilung der von mir gefundenen Analysen-Resultate schreite, möchte ich mir gestatten, einige Bemerkungen über die Frage der künstlichen Kinderernährung zu machen und auch die Untersuchungsmethoden möglichst kurz zu skizziren.

Zu Letzterm werde ich dadurch veranlasst, dass wir leider noch immer einheitlicher Untersuchungsmethoden für die Nahrungs- und Genussmittel entbehren (bekanntlich aber von den angewandten Methoden das Resultat in hohem Grade abhängig ist), während mir ein ganz kurzer Ueberblick über den gegenwärtigen Stand der »künstlichen Kinderernährung« schon der Vollständigkeit halber nicht uninteressant erschien.

I.

Die natürlichste und durch nichts vollständig zu ersetzende Nahrung des Säuglings ist der eigenen Mutter Milch, weil dieselbe nicht nur alle diejenigen Stoffe, deren der Säugling bedarf, in der denkbar besten und für denselben wohlbekömmlichsten[1]) Form enthält, sondern weil die Muttermilch sich auch, den physiologischen Anforderungen des kindlichen Organismus entsprechend, bis zu einem gewissen Grade in ihrer Zusammensetzung zu ändern

1) Die Ausnützung der Muttermilch von Seiten der Säuglinge ist die beste, die wir von einem Nahrungsmittel kennen, denn es werden, nach Uffelmann, Deutsches Archiv f. klin. Med., Bd. 28, S. 437 (citirt nach Munk und Uffelmann, Ernährung etc.) circa 97% ausgenützt.

vermag. Leider ist diese »natürliche« Ernährung des Säuglings mit der fortschreitenden Civilisation, besonders in Städten, eine recht seltene geworden; denn, wo nicht hereditäre nervöse Belastung, Blutarmuth, Tuberkulose, Syphilis, schlechte Entwickelung der Brustwarzen u. s. w. vorliegt, da ist es gewöhnlich die gesellschaftliche oder die sociale Lage der jetzigen Frau, welche diese von ihrer heiligsten und natürlichsten Pflicht — dem Säugungsgeschäfte — abhält. Noch grösser sind die Schwierigkeiten des Nährens der Säuglinge in den unteren und arbeitsamen Klassen der Bevölkerung und ganz besondere Schwierigkeiten bieten diese Verhältnisse bei der Fabrikbevölkerung, falls diese nicht ausnahmsweise über gut eingerichtete Säuglingskrippen etc. verfügt. Das Ammenwesen, welches nur für die sogenannten besseren Stände in Betracht kommt, kann auch keine principielle Besserung herbeiführen, und so stehen wir denn vor der nicht zu umgehenden Nothwendigkeit der sog. »künstlichen Kinderernährung«, die jährlich erstaunend grosse Opfer kostet. Die excessive Sterblichkeit der künstlich ernährten Säuglinge übertrifft mehr als dreimal die Sterblichkeit der von der eigenen Mutter gestillten[1]) und legt so ein sehr beredtes Zeugnis von der häufigen Unzweckmässigkeit einer solchen Ernährungsweise ab. Um aber eine rationelle »künstliche« Kinderernährung einleiten zu können, bedarf es u. A. der gründlichen Kenntnis folgender Punkte. Vor allen Dingen muss man mit den anatomischen und physiologischen Eigenheiten des kindlichen Organismus vertraut sein, sodann dürfen die Gesetze der allgemeinen Stoffwechselverhältnisse und die der Physiologie der Verdauung, speciell bei den Säuglingen, nicht unberücksichtigt gelassen werden, und schliesslich muss die Frauenmilch, welche wir ja bei der »künstlichen« Ernährung zu ersetzen suchen, uns näher und eingehender in ihrer Zusammensetzung bekannt sein, wenn von einer mehr oder weniger erfolgreichen Substitution derselben durch Kuhmilch die Rede sein soll. Was

1) Nach J. Frank (Inaugural-Dissertation, Würzburg), ist das Verhältnis der an der Brust gestillten zu den künstlich aufgefütterten Kindern 7,6% : 24,7%!

nun den allgemeinen Stoffwechsel bei Kindern (älteren und jüngeren) anbetrifft, so verdanken wir den schönen Arbeiten von Camerer, Uffelmann, Forster, Voit, Vierordt und vieler Anderer sehr wichtige Angaben. Diese Arbeiten haben nicht nur gezeigt, dass sich der Stoffwechsel des Kindes qualitativ und quantitativ wesentlich von dem beim Erwachsenen unterscheidet, sondern auch das Verhalten der einzelnen Nährstoffe im kindlichen Organismus bis zu einem gewissen Grade klar gelegt. Was speciell die Physiologie der Verdauung beim Säuglinge betrifft, so muss man bemerken, dass die Eigenthümlichkeiten, sowohl in physiologischer als auch in anatomischer Hinsicht, jetzt doch wesentlich geklärt sind. So haben Beneke, Baginsky, Fischl und Gundobin zunächst auf die anatomischen Eigenheiten des kindlichen Darmtractus, des Drüsenapparates u. s. w. hingewiesen. Aus diesen Untersuchungen geht unter Anderm hervor, dass die resorbirende Fläche des Darmtractus bei den Kindern relativ eine grössere ist, als beim Erwachsenen.[1])

Zweifel und Korowin verdanken wir genaue Angaben, betreffs der Speichelabsonderung, die, nach genannten Autoren, erst im zweiten Monat im Munde des Säuglings deutlich nachweisbar ist. Auch lauten die Angaben über die Funktion der Bauchspeicheldrüse dahin, dass die Leistung des Secretes derselben bis zum Ende des ersten Jahres eine relativ schwache sei, wenngleich dieselbe schon mit dem zweiten Monate ihre Thätigkeit zu entfalten scheint.

Im Betreff der Magenverdauung sind die Angaben der verschiedenen Autoren nicht immer gleich, wenn auch nach den schönen Untersuchungen H. Leo's, der zuerst beim Kinde diejenigen Untersuchungs-Methoden (Magensonde u. s. w.), die beim Erwachsenen die Kenntnis von der Diagnostik und Therapie der Magenkrankheiten so wesentlich gefördert hatten, anwandte, es als erwiesen betrachtet werden darf, dass das Labenzym unter

---

1) Weitere Mittheilungen hierüber in gedrängter Kürze, aber höchst übersichtlich, bei A. Baginsky, Ueber Kindernahrungsmittel, und L. Unger, Ueber Kinderernährung und Diätetik, Wien 1893.

den wirksamen Bestandtheilen des Magensaftes als constantes Agens angesehen werden muss. Auch ist zu bemerken, dass die Gerinnung der eingeführten Milch, unabhängig von der Anwesenheit oder Abwesenheit der freien Säure, stets durch dieses Agens zu Stande kommt.[1])

Heubner, Leo und W. Müller haben dann auch noch nähere Untersuchungen über die Salzsäure, die ja bei der Magenverdauung die Hauptrolle spielt, angestellt und gefunden, dass die Menge derselben (sowohl in sauren Salzen, wie als freie Säure) mit fortschreitender Verdauung anwächst, um ungefähr 1½ Stunden nach der Nahrungsaufnahme das Maximum zu erreichen. Müller hat dann ferner gefunden, dass die Kuhmilch am meisten, weniger Stuten- und Ziegenmilch, am wenigsten Frauenmilch (nur ⅓—½mal so wenig, wie Kuhmilch) Salzsäure im Magen zu binden vermag. Diese Thatsache gewinnt insofern an Bedeutung, als die bactericide Wirkung der Salzsäure des Magensaftes, auf welche schon Fick in seinem Lehrbuche der Physiologie hingewiesen hat, hierbei in Betracht kommen dürfte.

Bei der Darmverdauung der Kinder machen sich auch gewisse Eigenthümlichkeiten bemerkbar, die zum Theil geklärt sind (Zweifel, Jacubowitsch u. A.). Die relativ grössere Gallenabsonderung z. B. suchen Manche mit dem relativ grössern Volum, welches die Leber der Kinder zeigt, in Zusammenhang zu bringen; vom Pancreas wird angenommen, dass das Trypsin und die fettspaltende Substanz schon beim Neugebornen vorhanden seien, während die amylolytische Substanz, wie schon oben bemerkt, erst am Anfange des zweiten Lebensmonates auftreten soll u. s. w. Auch finden wir in der speciellen Literatur werthvolle Angaben über die chemische und mikroskopische Untersuchung der Fäces[2]), Stoffwechseluntersuchungen (Camerer) u. s. w. — Was die chemische Zusammensetzung der Frauenmilch

1) L. Unger, a. a. O., S. 9.

2) Dr. W. Raudnitz, Ueber die mikroskopisch. Untersuchungen der Entleerungen bei Kindern. Medic. Wandervorträge. Heft 29. Th. Escherich, Die Darmbacterien des Säuglings. Stuttgart, Enke.

anbetrifft, so ist zu bemerken, dass die diesbezüglichen Angaben durchaus nicht übereinstimmend sind. Dieser Umstand ist zum grossen Theil wohl darauf zurückzuführen, dass bei den älteren Analysen den Schwankungen nicht genug Aufmerksamkeit gewidmet wurde, welchen ja die Zusammensetzung der Frauenmilch bekanntlich ausgesetzt ist, und die unter Umständen sehr erhebliche (so z. B. für den Fettgehalt an den verschiedenen Wochenbettstagen) werden können. Auch scheint nicht immer eine gute »Mischmilch«[1]) zur Analyse gelangt zu sein; denn wie sollte man sich sonst die hohen Zahlen für Caseïn (3,1% von Liebig und 3,9% für Eiweiss von Vernois-Becquerel)[2]) erklären? Die neueren, äusserst sorgfältig ausgeführten Untersuchungen von P. Baum und R. Illner[3]), die sich, unter Anwendung der von E. Pfeiffer[4]) ausgebildeten Methoden, auf 106 Analysen von Frauenmilch erstreckten, haben sehr werthvolle Beiträge zur Kenntnis der Veränderlichkeit der Zusammensetzung der Frauenmilch unter den verschiedenartigsten Bedingungen geliefert (normale Ernährung, Eiweisskost, Mastkost etc.)[5]); auch befinden sich in der schönen Arbeit reichliche Literatur-Angaben. Nach den Angaben von A. Stutzer[6]) ist die mittlere Zusammensetzung der Frauenmilch und der Kuhmilch »nach den neuesten und zuverlässigsten Durchschnitts-Analysen« folgende:

---

1) So war z. B., nach Baum und Illner, der Unterschied zwischen einer Anfangs- und Endmilch 0,79% in der Trockensubstanz, wobei hauptsächlich das Fett und der Zucker die Differenzen bedingten.

2) Baginsky und Guttmann »Kindernahrungsmittel« in Dr. Paul Börner's Bericht über die Allgem. deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene etc., Bd. I, S. 246.

3) Sammlung klinischer Vorträge, begründet von R. v. Volkmann, N. F. Nr. 105. Die Frauenmilch, deren Veränderlichkeit und Einfluss auf die Säuglingsernährung, Leipzig 1894.

4) E. Pfeiffer, Die Analyse der Milch.

5) Siehe hierüber auch: König, op. cit. I, 142—146 und 250—256. Idem, op. cit. II, 220—226. Fr. Raspe, Arch. f. Hygiene, 1886, S. 128.

6) Dr. A. Stutzer, Die Milch als Kindernahrung etc. und Vorschläge zu einer neuen, den Forderungen der Hygiene etc. besser entsprechenden Verkaufsweise der Milch, Bonn 1895.

	Frauenmilch	Kuhmilch
Wasser	87,75%	87,75%
Fett	3,75 »	3,40 »
Stickstoffhaltige Stoffe . . . . (Caseïn, Albumin)	2,25 » [1])	3,60 »
Milchzucker	5,95 »	4,50 »
Salze	0,30 »	0,75 »
Die stickstoffhaltigen Stoffe bestehen aus:		
Caseïn	1,00%	3,0 %
Albumin	1,25 »	0,60 »
Die Salze enthalten an wichtigsten Bestandtheilen:		
Kalk	0,050%	0,169%
Kali	0,101 »	0,177 »
Phosphorsäure	0,068—0,207%.	

Aus den angeführten Zahlen ist nicht schwer zu ersehen, dass zwischen der Kuhmilch und der Frauenmilch recht wesentliche Unterschiede, und zwar nicht nur quantitativer, sondern auch qualitativer Art bestehen. Wenn auch die Eselinnenmilch, welche der Frauenmilch am ähnlichsten zusammengesetzt ist, sowie die Stuten- und Ziegenmilch[2]), deren man sich hie und da zu Zwecken der Kinderernährung bedient, in gewissen Beziehungen nicht so krasse Unterschiede aufweisen, so kann man doch wohl ruhig sagen, dass zum Zwecke der Kinderernährung (mit sehr seltenen Ausnahmen) von allen Milchsorten nur die Kuhmilch in Frage kommt.

Da nun bei der geringen Milchergiebigkeit der Mütter besonders in den höheren Ständen, die Frage des zweckmässigen Ersatzes der Muttermilch eine höchst brennende geworden ist, so ist es wohl leicht erklärlich, dass man von jeher bemüht gewesen ist, die Unterschiede, welche in der Zusammensetzung der Kuhmilch und Frauenmilch bestehen, nach Möglichkeit auszugleichen. So einfach diese Aufgabe auch auf den ersten Blick

---

1) Vergl. hierüber: W. Camerer, Der Stoffwechsel des Kindes etc. S. 141—145.

2) Ueber die Zusammensetzung dieser Milchsorten vergl. König, op. cit., Bd. I und II.

erscheinen mag, so schwer hat es sich in der Praxis erwiesen, dieselbe befriedigend zu lösen, und man muss gestehen, dass trotz der umfangreichen Arbeiten einer ganzen Reihe höchst verdienter Forscher diese Frage doch nicht endgültig entschieden werden konnte. Es sind hauptsächlich Schwierigkeiten zweierlei Art, denen wir bei den Versuchen, die Kuhmilch der Frauenmilch zu identificiren, begegnen und deren Beseitigung in mancher Beziehung kaum zu überwindende Hindernisse aufwirft. Einmal sind es Ursachen, die in der verschiedenen chemischen Zusammensetzung der Kuh- und Frauenmilch zu suchen sind, und die unten näher erörtert werden sollen, sodann aber auch diejenigen Schädlichkeiten, die in den Verunreinigungen der Kuhmilch durch verschiedene Mikroorganismen und Krankheitserreger zu suchen wären. Es würde uns zu weit führen, wenn wir diese Frage hier auch nur kurz streifen wollten, daher sei nur daran erinnert, wie sehr die Milch verschiedenen Krankheiten und Veränderungen, welche dieselbe nicht selten ungeniessbar und schädlich machen, ausgesetzt ist, weil sie eben ein ausgezeichnetes Nährmedium für Mikroorganismen jeglicher Art darstellt, was durch die Arbeiten von Wolffhügel und Heim experimentell bewiesen ist. Es sei ferner auf die verschiedenen Krankheits-Epidemieen[1]), die man auf den Genuss inficirter Milch hat zurückführen wollen, hingewiesen und bemerkt, wie schwer die Beschaffung einer guten und unverfälschten Milch in den grossen Städten ist, wie mangelhaft in den meisten Fällen die Verpackung u. s. w. Und doch sind alle die angeführten Schädlichkeiten bis zu einem gewissen Grade zu umgehen, wenn wir eine rationelle Milchcontrole und richtige Ueberwachung der Verhältnisse anzustreben versuchen. Es ist sogar jetzt bei gewisser Sorgfalt möglich, die Milch fast keimfrei zu machen (um die Milch ganz keimfrei zu machen, muss dieselbe jedenfalls einer Erhitzung von mehr als 102—104° C., wie das gewöhnlich geschieht, unterworfen werden, wobei sie dann aber auch gewisse Veränderungen erleidet: braune Farbe, Carmeli-

1) Siehe König, op. cit., Bd. II, S. 242—244.

sirung, theilweise Aufhebung des Emulsionszustandes der Fettkügelchen, Geschmacksveränderung u. s. w.), was besonders für die künstliche Kinderernährung von äusserst grosser Bedeutung geworden ist. In dieser Beziehung ist es, ohne Zweifel, Soxhlet's[1]) grosses Verdienst, die Methode der Milch-Sterilisation weitern Kreisen zugänglich gemacht zu haben, wodurch er sich ein grosses Verdienst um die Verminderung der Kindersterblichkeit erworben hat. Der grosse Vorzug seines Verfahrens liegt eben darin, dass es so einfach und Allen zugänglich ist.[2])

In einigen grossen Städten, so in Berlin, Wien, Leipzig u. s. w. wird die Milch schon fabrikmässig sterilisirt, und der Nutzen, der dadurch geschaffen wird, erhellt aus folgenden Worten von Prof. Heubner (Berlin), welcher darüber sagt: »Unsere, nach verbesserter Methode im Grossen dargestellte sterile Milch hat als Nahrungsmittel für die Säuglinge unseres Krankenhauses besser als jede andere Ernährungsweise sich bewährt.« Auch haben die von B. Bendix ausgeführten Untersuchungen bewiesen, dass der Nährwerth der Milch beim Sterilisiren keine Beeinträchtigung erleidet (citirt nach Stutzer, loco citato, S. 11)[3]). Wir sehen also, dass es gegenwärtig vollständig möglich ist, die Kuhmilch im Betreffe der bacteriellen Verunreinigungen der Frauenmilch zu substituiren, welch' letztere, wie es Cohn und Neumann[4]), Bohm[5]), sowie auch andere Forscher nachgewiesen

1) Schon im Jahre 1867 empfahl F. Falger (die künstliche Ernährung mit pilzfreier Milch) »die Milch direct in luftschliessende Gefässe zu melken«. Citirt nach Schmidt, Die künstliche Ernährung, S. 18.

2) Genaue Angaben über die verschiedenen Sterilisirungsmethoden der Milch zum Zwecke der Kinderernährung findet man u. A. in: Ph. Biedert, Die Kinderernährung im Säuglingsalter etc., Stuttgart 1893 (sehr ausführlich). F. Soxhlet, Ein verbessertes Verfahren der Milchsterilisirung, Münch. med. Wochenschr., 1891, Nr. 19, 20. A. Stutzer, Die Milch als Kindernahrung, Bonn 1895. F. A. Schmidt (Bonn), Die künstliche Ernährung des Säuglings. König, op. cit., Bd. II, S. 245—249.

3) S. auch Renk, Arch. f. Hyg., Bd. XVII u. Berl. klin. Woch., 1894, Nr. 37.

4) Baginsky, Ueber Kindernahrungsmittel, in Eulenberg's und Schwalbe's »Kurz gefassten Abhandlungen über wichtige Capitel aus der medicinischen Praxis«.

5) Munk und Uffelmann, Ernährung des gesunden und kranken Menschen, S. 270.

haben, auch bei ganz gesunden Säugenden Mikroorganismen (Staphylococcus albus, aureus) enthalten kann, worauf schon früher von Escherich hingewiesen worden war.

Was aber die Ausgleichung der chemischen Unterschiede zwischen Frauen- und Kuhmilch anbetrifft, so lässt sich nicht leugnen, dass eine vollständige Ausgleichung derselben noch immer nur ein pium desiderium geblieben ist. In dieser Beziehung muss man mit Soxhlet[1]) hauptsächlich drei Punkte in Betracht ziehen:

1. Das verschiedene Verhalten des Frauenmilch- und Kuhmilch-Caseïns bei der Gerinnung;

2. den verschiedenen Gehalt an Milchsalzen;

3. Die Verschiedenheit, hinsichtlich des absoluten Gehaltes an Nährstoffen und das Verhältnis der einzelnen Milchbestandtheile zu einander.

Ohne hier auf eine nähere Erörterung dieser Punkte eingehen zu können[2]), sei nur bemerkt, dass der Caseïnstreit in allerletzter Zeit durch die, unter Drechsel's Leitung, von Aug. Wroblewski[3]) ausgeführten Untersuchungen in so weit wesentlich gehoben zu sein scheint, als genannter Autor u. A. auch darauf hingewiesen hat, dass bei der peptischen Verdauung von Frauenmilch kein unverdauliches Nucleïn abgespalten wird, während das Kuhmilchcaseïn bekanntlich diesen Stoff enthält. Er bestätigte auch ferner die bekannten und sehr verdienstvollen Angaben Biedert's[4]), dass sich das Kuhmilchcaseïn denselben Reagentien und Verdauungssäften gegenüber anders verhalte, als das Caseïn der Frauenmilch. Wenn nun auch nach Soxhlet's Angaben, der die Verhältnisse, unter denen die Gerinnung des Caseïns stattfindet, eingehend studiert hat, durch geeignete Ver-

---

1) F. Soxhlet, Die chemischen Unterschiede zwischen Frauen- und Kuhmilch und die Mittel zu ihrer Ausgleichung, München 1893.

2) In dieser Beziehung verweisen wir auf F. Soxhlet, a. a. O. und Ph. Biedert, Die Kinderernährung.

3) Beiträge zur Kenntniss des Frauen-Caseïns. Mittheilungen aus Kliniken und medicinischen Instituten der Schweiz. II. Reihe, Heft 6, 1894.

4) Biedert, op. cit.

dünnung mit Wasser und entsprechende Neutralisation (Natrium bic.-Pastillen) bezweckt werden kann, dass das Kuhmilchcasein verhältnismässig feinflockiger gerinnt, als unter gewöhnlichen Umständen, so bleibt doch Thatsache, dass die zarteren und lockeren Gerinnsel des Frauenmilchcaseïns leichter und vollkommener verdaut werden. Ausserdem ist es unzweifelhaft, dass zwischen dem Frauenmilchcaseïn und dem Kuhmilchcaseïn Abweichungen in der chemischen Constitution bestehen, die eine Identificirung so erschweren, wobei allerdings auch der relativ grössere Kalkgehalt der Kuhmilch, der durch die Verdünnung mit Wasser nicht beseitigt wird, nicht ausser Acht gelassen werden darf.[1]) Es ist also zur Zeit nicht möglich, das Kuhmilchcaseïn mit dem Caseïn der Frauenmilch zu identificiren, was wohl, wenigstens zum Theil, auch seinen Grund in der verhältnismässig mangelhaften Kenntnis der Eiweisskörper überhaupt und derjenigen des Frauenmilchcaseïns, über dessen chemische Natur noch die verschiedensten Angaben existiren, im Besondern zuzuschreiben wäre. Die sehr wichtige Frage, wie die Kuhmilch zum Zwecke der Kinderernährung zu verdünnen sei, und wie viel für die einzelnen Altersstufen erforderlich sei, steht auch noch immer in lebhafter Discussion. Es sind wohl hauptsächlich drei Methoden, nach denen die (allen drei Methoden gemeinsame) Verdünnung mit Wasser vorgenommen wird; jedoch sind die Grundsätze und die Art der Verdünnung bei den verschiedenen Methoden wesentlich verschieden.[2]) Ohne uns hier näher auf die Besprechung der procentischen und volumetrischen (Escherich-) Methoden einzulassen, die ja allgemein bekannt, möchten wir doch wenige Worte über die 1891 von Heubner und Hofmann eingeführte Methode sagen, welcher mit Recht die Bezeichnung der »physiologischen Methode« zugeschrieben worden ist, da sie als die rationellste aller zur Zeit bekannten

---

1) Nach A. Stutzer, a. a. O., S. 11, enthalten z. B. weiche Käse eine erheblich geringere Menge Kalk als harte. Näheres über Hammersten's und Engling's diesbezügliche Untersuchungen bei A. Stutzer, Nahrungs- und Genussmittel, S. 200. (Weyl's Handbuch der Hygiene).

2) L. Unger, Ueber Kinderernährung und Diätetik, S. 32—39.

Methoden angesehen werden kann.[1]) Diese sinnreiche und dabei höchst einfache Methode legt das Hauptgewicht auf die absolute Menge der Nährstoffe und auf das Verhältnis, welches dieselben in der Mischung zu einander einnehmen. Anstatt des gewöhnlichen Wassers wird zur Verdünnung der Kuhmilch eine 6,9 proc. Milchzuckerlösung vorgeschrieben, welche im Verhältnisse 1 : 1 mit Kuhmilch zu vermischen ist. Die Zusammensetzung einer solchen Mischung liesse sich dann etwa durch folgende Zahlen andeuten:

Fett	1,7 %— 1,85%
Stickstoffhaltige Substanzen	1,8 »
Milchzucker	5,4 » — 5,7 »
Salze	0,36 » — 0,4 »
Wasser	90,4 » —90,5 »

Wenn man erwägt, dass die Heubner-Hofmann'sche Mischung so leicht zu bereiten ist und in der Regel für Kinder bis zum 9. Monate nur eine Combination verordnet wird, wenn man sich erinnert, dass der Milchzucker nicht nur bis zu einem gewissen Grade[2]) den Ausfall des Fettes zu ersetzen vermag, sondern auch leicht auflösend wirkt (was bei den in der Regel festen Fäces der mit Kuhmilch ernährten Säuglinge, nach den

---

1) Ausführlicheres hierüber in: Die Stadt Leipzig in hygienischer Beziehung, Festschrift, 1891. Artikel: Säuglingsmilch, von Prof. Dr. Heubner.

2) Da nach Rubner 243 Th. Milchzucker mit 100 Th. Fett isodynam sind, so empfiehlt Soxhlet (a. a. O., S. 7), die Kuhmilch mit 1/3 Th. einer 18,44 proc. Milchzuckerlösung zu versetzen und erhält so ein Gemisch, das im Vergleiche mit Frauenmilch folgende Zusammensetzung aufweist:

	Frauenmilch	Kuhmilch mit 1/3 Th. Milchzuckerlösung
Wasser	87,41	85,80
Eiweiss-Stoffe	2,29	2,37
Fett	3,78	2,46
Fett, vert. d. Milchzucker	—	1,32
Milchzucker, als Aequivalent f. fehl. Fett	—	3,19
Natürlicher Milchzuckergehalt	6,21	3,25
Milchzucker, als Ergänzung des gering. natürl. Gehaltes	—	2,96
Gesammt-Milchzuckergehalt	—	9,40
Aschenbestandtheile	0,31	0,47

Angaben Sachverständiger, nicht unerwünscht ist) und noch andere, nicht zu unterschätzende Vorzüge besitzt[1]), so muss man die Heubner-Hofmann'sche Mischung als eine der zweckmässigsten Combinationen für die künstliche Kinderernährung bezeichnen.

Noch viel früher, ehe die physiologischen und anatomischen Eigenheiten des kindlichen Organismus Gegenstand ernster wissenschaftlicher Forschungen gewesen waren, hat man, theils durch die Misserfolge, von welchen die »künstliche« Kinderernährung mit Kuhmilch nur zu oft begleitet wird, theils wegen der schweren Beschaffung derselben in stets zweckmässigem Zustand, den Versuch gemacht, aus Pflanzenkörpern »Surrogate«, welche zur Kinderernährung geeignet wären, herzustellen. Es war kein geringerer, als Justus von Liebig, der es unternahm, die bis heute noch bekannte »Liebig'sche Suppe für Säuglinge« herzustellen. Und wir haben schon früher (Seite 123) gesehen, dass es heutzutage eine äusserst grosse Menge von den verschiedenartigsten »Surrogaten« gibt, sodass es sehr schwer fallen kann, sich unter denselben zurechtzufinden. Ich will im Nachfolgenden, ohne auch nur den geringsten Anspruch auf Vollständigkeit machen zu dürfen, es versuchen, kurze Angaben über die »Kindernahrungsmittel« im Allgemeinen zu machen. In erster Linie kommen hier die Präparate, welche aus der Kuhmilch gewonnen werden, in Betracht. Hierher gehören alle diejenigen Sorten von condensirter Milch, welche ohne jeglichen Zusatz durch Eindampfen gewonnen werden (z. B. die nach dem Scherff'schen Verfahren sterilisirte und dann condensirte Milch von Drenkhahn in Stendorf). Das Eindampfen kann natürlich ein mehr oder weniger vollkommenes sein, und so wird in Gossau (Schweiz) durch vollständiges Eindunsten z. B. das sogenannte »Milchpulver« hergestellt. Dass diese Präparate, falls zu ihrer Herstellung keine antifermentativen Stoffe verwendet wurden

1) Ueber die Bedeutung des Milchzuckers und der anderen Zuckerarten bei der Kinderernährung siehe u. A. Soxhlet, a. a. O., S. 8—12, Biedert, op. cit., und Munk und Ewald, Die Ernährung des gesunden und kranken Menschen.

(der hie und da geübte Kochsalz-Zusatz dürfte wohl ohne Belang sein), zum Zwecke der Kinderernährung auf Reisen, Schiffen, falls gute Kuhmilch schwer zu beschaffen etc., bei geeigneter Zubereitungsweise, angewendet werden können, bedarf wohl kaum der Erwähnung (Löflund's steril. und cond. Milch und viele and. Präpar.).

In die zweite Kategorie dürften diejenigen Milchpräparate zu rechnen sein, die beim Eindampfen einen Zusatz von Zucker (meist Rohrzucker), der die Haltbarkeit erhöhen soll, erhalten haben. Der Zuckerzusatz schwankt, nach König[1]), zwischen 20—75 g auf 1 l der ursprünglichen Milch. Auf condensirte Milch wird nach König auch hie und da Stuten- und Ziegenmilch verarbeitet. Die Präparate dieser Kategorie werden erfahrungsgemäss nicht so gut vertragen, und ist es nicht nur der süsse Geschmack, der den Kindern bald zuwider wird, sondern auch die relativ schlechtere Verdaulichkeit der zuckerhaltigen Milchpräparate, welche von Anwendung derselben abhalten. (Siehe Munk und Uffelmann, a. a. O., S. 125—126 u. 298).

Die dritte Kategorie würden dann diejenigen Präparate bilden, zu deren Herstellung die Kuhmilch schon viel weiter greifenden Operationen unterworfen wird. Hierher gehören u. A. Löflund's peptonisirte Alpenmilch, in welcher das Caseïn durch Pepsin »Salzsäure-Verdauung« peptonisirt erscheint, Voltmer's Muttermilch, in welcher man durch Einwirkung des Pancreasfermentes die nachtheiligen Eigenschaften des Kuhmilchcaseïns zu umgehen gesucht hat, das Biedert'sche künstliche Rahmgemenge (Mischung von Butter, Kalialbuminat, Zucker und den in der Menschenmilch enthaltenen Salzen) u. s. w.

Eine fernere Kategorie (IV) würden dann die Präparate, welche der vegetabilen Milch von Lahmann (Hewel und Veithen, Cöln a. Rh., hauptsächlich aus süssen Mandeln dargestellt), Rieth's Albumose-Milch (enthält durch Ueberhitzung bei 130° C. in Albumose übergeführtes Eiweiss) u. s. w. ähnlich zusammengesetzt sind, bilden. Als besondere Gruppe (V)

1) König, op. cit., Bd. II, S. 287.

wären die Präparate, welche den Grundgedanken der Liebig'schen Suppe haben, aufzufassen und bilden dieselben, so zu sagen, den Uebergang zu den mehlhaltigen Conserven (Liebe's Nahrungsmittel, Löflunds Kindernahrung und dergl. gehören in die V. Gruppe). Unter den mehlhaltigen Conserven nehmen die »Kindermehle«, deren es zur Zeit eine Unmasse gibt, eine hervorragende Stelle ein. Man muss Baginsky[1]) beistimmen, wenn er meint, dass die grosse Gruppe (VI) von diesen Surrogaten in zwei grosse Untergruppen zu theilen sei. Nämlich in solche, die darauf prätendiren, ein wirklicher Ersatz der Frauen- und Kuhmilch zu sein und in solche, die nur als Zusatzmittel zur Kuhmilch Verwendung finden wollen. Zur ersten Untergruppe gehören u. A. das bekannte Nestlé'sche Kindermehl, die Präparate von Kufecke, Mellin u. s. w. Zur zweiten Untergruppe wären u. A. Rademann's Kindermehl und die Präparate von Hartenstein's Leguminosen, die besonders durch den hohen Feinheitsgrad eine erhebliche Verdaulichkeit besitzen, zu rechnen. Der Herstellung nach hätte man zwischen Kindermehlen, die ohne Zusatz von Milch etc. dargestellt sind und solchen, bei denen die verschiedenartigsten Zusätze (Nährsalze etc.) stattgefunden haben, zu unterscheiden. Die Zubereitung dieser Präparate verfolgt den Zweck, die in den Mehlen enthaltene Stärke in eine lösliche Form (Dextrin oder Zucker) überzuführen, und wird dieser Zweck auf die verschiedenste Weise zu erreichen gesucht. Während man in den einen Fällen die betreffenden Mehle mit verdünnten, nicht sehr flüchtigen, Säuren befeuchtet und dann einer Temperatur von 100—105° C. aussetzt, und nach dem Rösten die Säure abstumpft (Natriumcarbonat, Calciumcarbonat), sucht man in andern Fällen durch Malz oder einfaches Behandeln des feinen Pulvers mit überhitzten Wasserdämpfen den Zweck zu erreichen (»Dextrinen«). Dass dieser Zweck in den meisten Fällen nur zum geringen Theile erreicht wird, beweisen die Analysenresultate dieser Präparate, und dadurch, sowie auch durch die bei den Fütterungs-

1) Baginsky, a. a. O., S. 177.

versuchen gemachten, nicht immer günstigen, Resultate erklärt es sich, dass diese Präparate bei den Kinderärzten weniger beliebt sind, als einige der vorhergenannten Surrogate.

Es wäre aber gewiss ungerecht, wollte man den »Kindermehlen« jegliche Bedeutung absprechen, um so mehr, da es unter denselben auch solche gibt, die, rationell und zu richtiger Zeit angewandt, viel Nutzen stiften können, z. B. als rationelle »Beinahrung«. Schliesslich muss noch einer Gruppe von Surrogaten, der sogenannten »Nährzwiebacke« gedacht werden, unter denen diejenigen von Opel (Leipzig) und Gericke (Potsdam) sich bei den Kinderärzten recht guten Rufes erfreuen, wobei zu bemerken ist, dass das Opel'sche Präparat[1]) einen Zusatz von »Nährsalzen« erfahren hat. Nicht unerwähnt darf auch der Umstand bleiben, dass es von einigen Präparaten auch Imitationen gibt, so sind bei Kratschmer[2]) z. B. drei Sorten vom Nestlé'schen Kindermehle angeführt. Dem Arzt wird es ja, gestützt auf die Bekanntschaft mit den physiologischen Eigenthümlichkeiten des kindlichen Organismus, nicht schwer fallen (wenn er über die chemischen Zusammensetzungen genügend unterrichtet ist), im Nothfalle auf das zweckmässigste Surrogat hinzuweisen, aber als ein grosser Uebelstand ist es zu bezeichnen, dass, dank den oft schamlosesten Reclamen, diese Präparate auch von den Eltern ohne ärztliches Anrathen angewendet werden, und so kann es denn leicht vorkommen, dass ein Säugling, der, wie wir oben gesehen haben, in den ersten Lebensmonaten gar nicht im Stande ist, ein stärkehaltiges Kindermehl zu verdauen, oft monatelang mit demselben aufgefüttert wird, bis ihn ein glücklicher Zufall von dieser unrationellen Ernährungsweise befreit. In dieser Beziehung ist als prophylactische Maassnahme, seitens der Standesämter, die unentgeltliche Verabreichung von Broschüren, die über diesen Gegenstand die nothwendigste Aufklärung geben, etwa in der Form, wie sie von Baginsky,

---

1) Zur Zeit in Arbeit genommen.

2) Fl. Kratschmer, Die wichtigsten Geheimmittel und Specialitäten, Wien 1888.

Börner und Guttmann zusammengestellt sind[1]), mit Freuden zu begrüssen. Schliesslich dürfte es nicht uninteressant sein zu erfahren, wie sich der Preis der »Kindernahrungsmittel« (Kindermehle etc.) zu demjenigen der Kuhmilch verhält, da diese Frage in der Praxis eine hervorragende Rolle spielt, ja manchmal sogar den Ausschlag gibt. Nach Uffelmann und Pfeiffer, die eingehende Berechnungen über die Ernährung eines Kindes mit der Amme, mit Kuhmilch oder mit Nestlé'schem Kindermehle angestellt haben[2]), ergibt es sich, dass von allen Kindernahrungsmitteln die Kuhmilch das billigste ist. Fr. Hofmann[3]) hat schon vor längerer Zeit hervorgehoben, dass die Kuhmilch sich sogar bei einem Preise von 50 Pf. pro Liter noch immer billiger stellt als die Kindermehlnahrung[4]), eine Thatsache, die zur allgemeinen Kenntnis gelangen sollte.

II. Analytische Untersuchungs-Methoden.

Indem ich nun zu einer kurzen Beschreibung der Untersuchungs-Methoden übergehe, will ich vor allen Dingen bemerken, dass der chemischen Analyse stets eine möglichst sorgfältige organoleptische Prüfung vorausging. Es wurde immer auf die Art und Weise der Verpackung, auf den Geruch, den Geschmack, die Reaction, das Verdorbensein etc. der betreffenden Surrogate

1) Dr. Paul Börner, Bericht über die allgemeine deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens, Bd. I, S. 251—255.

2) Munk und weil. Uffelmann, Die Ernährung des gesunden und kranken Menschen, S. 304 u. 305.

3) Citirt nach Munk und Uffelmann, a. a. O., S. 305.

4) Behufs voller Orientirung über den gegenwärtigen Stand der Frage der künstl. Kinderernährung, lese man in den Handbüchern über Kinderkrankheiten und Geburtshilfe die betr. Capitel. Sehr viele werthvolle Angaben findet man im Werke von Ph. Biedert: Die Kinderernährung, 1893. Durch klare und übersichtliche Darstellung zeichnen sich aus: L. Unger, Ueber Kinderernährung und Diätetik, 1893, Kehrer, Die erste Kindernahrung. Ferner sind die in dieser Abhandlung citirten Arbeiten, besonders Baginsky, Ueber Kindernahrungsmittel, zu empfehlen. Ueber den chemischen Theil findet man sehr wichtige Bemerkungen in König's Werke, das wiederholt citirt wurde, in der Vierteljahresschrift über die Fortschritte auf dem Gebiete der Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, in Beckurt's Jahresberichten über Nahrungs- und Genussmittel u. s. w.

geachtet, und brauche ich wohl kaum hervorzuheben, dass diese Prüfung, so einfach sie auch ist, nicht selten schon genügt, um ein »verdächtiges« Object herauszufinden. Sodann wurde zur Herstellung der sogenannten »Mittelprobe« geschritten, zu welchem Zwecke der Inhalt von einer, manchmal auch von zweien Büchsen gut gemengt wurde, um darauf in ein gut verschlossenes Glasgefäss gebracht zu werden. Die »Mittelprobe« diente dann als Ausgangsmaterial für die einzelnen chemischen Bestimmungen.

A. Anorganische Bestandtheile.

Feuchtigkeit. 3 bis 5 g der zu untersuchenden Substanz (Kindermehle) wurden in gut verschliessbaren Trockengläschen, theils im Wasserdampf-Trockenschrank, theils im Luftbade (98 bis 99° C.)[1]) bis zur Gewichtsconstanz getrocknet, wobei anfangs alle fünf Stunden, später alle drei bis vier Stunden, gewogen wurde (gewöhnliche Dauer — 20 bis 25 Std.). Das ohne Zweifel genauere Verfahren des Trocknens im Strome indifferenter Gase (CO_2, H_2) wurde nicht angewendet, da ich mich bei anderen Gelegenheiten von den geringen Differenzen der beiden Methoden zur Genüge hatte überzeugen können und daher der einfacheren den Vorzug geben musste. Von condensirter, peptonisirter Milch etc. wurden Mengen von 2 bis 3 g, unter den bekannten Cautelen, abgewogen, mit destillirtem Wasser verdünnt und dann quantitativ in breithalsige Trockengläschen gebracht, die mit ausgeglühtem Quarzsande beschickt waren und ein kleines Glasstäbchen enthielten. Surrogate, welche die Consistenz eines zähen Extractes hatten (Löflund's Kindernahrung, Liebe's Nahrungsmittel etc.), wurden in Mengen von 1,5 bis 2,5 g abgewogen, mit destillirtem Wasser verdünnt und dann in »Normal-Weinschaalen« zuerst auf dem Wasserbade zur Syrupconsistenz vorgetrocknet, sodann im Wasserdampf-Trockenschranke bis zur möglichsten Gewichtsconstanz weitergetrocknet (gewöhnlich 2½ Std.)

1) Bei fettarmen Mehlen habe ich auch hin und wieder eine Temperatur von 100—102° C. (Zusatz von Kochsalz oder Glycerin zum Wasserbade) angewendet; bei fettreicheren Proben musste aber hiervon, wegen der leichten Zersetzlichkeit der Fettsäuren, abgesehen werden.

und dann rasch gewogen. Diese Bestimmungen wurden immer doppelt ausgeführt.

Mineralstoffe. Je nach dem Aschengehalte des betreffenden Surrogates, wurden 10 bis 15 g zur Bestimmung der Gesammtasche verwendet. Die Substanz wurde stets gut vorgetrocknet, anfangs nur ganz gelinde und von einer Seite der dünnwandigen Platinschaale (in welchen die Veraschungen vorgenommen wurden) erhitzt; die Gasflamme wurde von Zeit zu Zeit zur Beförderung der nöthigen Sauerstoff-Aufnahme entfernt, unter welchen Umständen es meistentheils (im Zeitraume von 1 bis 2½ Std.) gelang, eine vollständig weisse Asche zu erhalten. In Fällen, wo die Darstellung einer genügend weissen Asche Schwierigkeiten machte, wurde das bekannte, bei Lehmann[1]) beschriebene, wiederholte Auslaugen der Asche mit Wasser mit bestem Erfolge angewendet. Die erhaltene weisse Asche wurde, nach dem Erkalten im Exsiccator, schnell gewogen und dann folgendermaassen behandelt. Auf jedes Gramm der ursprünglichen Substanz wurde ein Cubikcentimeter einer verdünnten Chlorwasserstoffsäure (1 : 5) genommen, die doppelte Menge destillirten Wassers hinzugegeben und die so erhaltene Flüssigkeit durch ein Filter von bekanntem Aschengehalte (Fresenius-Caspary) filtrirt. Das Filter wurde mit Aqua dest. auf Chlor-Reaction ausgewaschen, darauf verascht, zusammen mit dem in HCl dil. unlösl. Theile gewogen und als »unlösliche Asche« in Rechnung gebracht. Auch wurde stets die Reaction der Asche bestimmt. Zur Bestimmung der einzelnen Aschenbestandtheile wurde wie folgt verfahren:

Kalk und Magnesia. Die salzsaure Lösung wurde mit Ammoniak neutralisirt, mit Essigsäure versetzt, gelinde erwärmt, der etwa entstandene Niederschlag von phosphorsaurem Eisen und Thonerde abfiltrirt[2]), zum Filtrate noch einige Tropfen Essigsäure gegeben, dann mit oxalsaurem Ammoniak im Ueberschuss versetzt, erhitzt und, nach dem Absetzen, der oxalsaure Kalk wie üblich behandelt und als CaO gewogen. Im concentrirten Filtrate

1) K. B. Lehmann, Die Methoden der praktischen Hygiene, S. 252.

2) Aus der Asche von 8—10 g Substanz habe ich nie wägbare Mengen dieser Verbindungen erhalten können.

(und Waschwasser) wurde die Magnesia, nach Zusatz von phosphorsaurem Natrium und Ammoniak[1]), in bekannter Weise gefällt und, unter Beobachtung der analytischen Cautelen, als $Mg_2 P_2 O_7$ gewogen. Die Bestimmungen des $Fe_2 O_3$, $Al_2 O_3$ und $Mn_2 O_3$ habe ich nur in einem Kindermehle ausgeführt, wozu auch recht grosse Mengen von Asche (circa 1,0) erforderlich waren. Da es vielleicht nicht uninteressant sein dürfte, das Verfahren zu kennen, so will ich es hier ganz kurz skizziren. Die Lösung der Asche wurde in einem geräumigen Kolben so lange sehr vorsichtig mit Ammoniak versetzt, bis der entstandene Niederschlag nicht mehr verschwand, darauf essigsaures Ammon und Essigsäure hinzugegeben bis zur deutlich sauren Reaction. Sodann wurde schwach erwärmt, wobei sich Eisen und Aluminium-Phosphat, sowie (theilweise) das etwa vorhandene Manganphosphat abscheiden mussten. Der Niederschlag wurde ausgewaschen; das Filtrat, nach dem Entfernen der Phosphorsäure (molybd. Ammon in salpeters. Lösung), mit Schwefelammonium auf Mangan geprüft. Die Phosphate wurden in HCl gelöst und, nach Zugabe von Weinsäure und Ammoniak, mit Schwefelammonium gefällt. Niederschlag-Eisen, eventuell -Mangan, in Lösung: Aluminium. Stehenlassen an warmem Orte, bis die Flüssigkeit rein gelblich erscheint. Niederschlag in HCl lösen, mit Chlor oxydiren, Lösung mit NaOH neutralisiren, mit Natriumacetat versetzen, kochen. Das ausgeschiedene Eisen in HCl lösen, mit HNO_3 oxydiren, mit Ammoniak fällen, auswaschen, glühen und wägen. ($Fe_2 O_3$).

Zur Manganbestimmung wird das eventuell durch Schwefelammon erhaltene Mangansulfid in wenig HCl gelöst, mit NaOH neutralisirt und zum Filtrate von Eisen gegeben (welches nach Zusatz von Natriumacetat erhalten wurde). Die Flüssigkeit wird mit Natriumcarbonat-Lösung bis zur alkalischen Reaction versetzt, fast zur Trockene verdampft, mit heissem Wasser aufgenommen;

---

1) Da die Aschen keine bemerkenswerthen Mengen von Mangan enthielten, so konnte vom Zusatz der Citronensäure-Lösung etc. abgesehen werden.

der flockige Niederschlag mit heissem H_2O ausgewaschem, im Platintiegel bei Luftzutritt geglüht und als Mn_3O_4 gewogen. Das Aluminium wird in bekannter Weise, nachdem die Lösung zur Trockene verdampft, mit Natriumcarbonat versetzt, der Rückstand mit Salpeter geschmolzen, die Schmelze in H_2O aufgeweicht, mit HCl versetzt, filtrirt, das Filtrat mit Ammoniak neutralisirt und dann mit Natriumphosphat und Essigsäure versetzt worden, als $Al_2P_2O_8$ gewogen [1]).

Kali, Natron. 15 bis 20 g des zu untersuchenden Mehles etc. werden vorsichtig verkohlt, mit salzsäurehaltigem Wasser ausgezogen, der Rückstand sehr vorsichtig verascht, ebenfalls in verdünnter Chlorwasserstoffsäure gelöst, die Lösungen vereinigt und in eine Porzellanschaale gebracht. Mit Chlorbaryum, Eisenchlorid und alkalifreier Kalkmilch werden dann Schwefelsäure, Phosphorsäure, sowie Eisen, Aluminium und Mangan ausgefällt. Nach längerem Erwärmen auf dem Dampfbade wird filtrirt und auf Chlorreaction ausgewaschen. Das Filtrat wird eingedampft, mit Ammoniak und Ammoncarbonat versetzt und zur Abscheidung der II. Gruppe 3 bis 4 Stunden stehen gelassen, worauf filtrirt wird. Das erhaltene Filtrat wird zuerst in einer gut glacirten Porzellanschaale auf einer Asbestplatte zur Trockene verdampft, dann die trockene Masse mit einem Platinspatel quantitativ in eine Platinschaale gebracht, in welcher schliesslich die Ammonsalze verjagt werden. Der Rückstand wird in wenig Wasser gelöst, vom unlöslichen Theile abfiltrirt und das Filtrat mit Ammoncarbonat und Ammonoxalat so lange versetzt, bis nach jedesmaligem Zusatze dieser Reagentien kein Niederschlag mehr entsteht und der, nach dem Abdampfen und schw. Glühen erhaltene, Rückstand sich ganz klar in wenig destillirtem Wasser auflöst. Dann wird die erhaltene Lösung in einer Platinschaale vorsichtig mit HCl angesäuert, zur Trockene verdampft, so lange erhitzt, bis die Chloride eben zu schmelzen beginnen, im Exsiccator abgekühlt und rasch als $KCl + NaCl$ gewogen. Darauf löst man die Chloride in wenig Wasser und bringt die Lösung in eine Porzellanschaale,

1) Näheres bei Fresenius, Quantit. Analyse.

gibt mehr als die berechnete Menge einer klaren[1]) Platinchlorid-Lösung (1 : 10) hinzu, verdampft auf dem Dampfbade bis fast zur Trockene und übergiesst die Masse, nach dem Erkalten, mit 80% (Volumproc.), reinem Alkohol. Man rührt von Zeit zu Zeit mit einem Glasstäbchen energisch um und lässt die Flüssigkeit, welche vom Ueberschuss des Platinchlorids deutlich gelb gefärbt sein muss, abstehen und filtrirt dann durch ein kleines Filter. Diese Operation wird so lange wiederholt, bis der über dem Kaliumplatinchlorid stehende Alkohol nicht mehr gelb gefärbt erscheint. Das Filter und die Porzellanschaale werden dann zur Entfernung des Alkohol's getrocknet, darauf das K_2PtCl_6 in wenig heissen Wassers gelöst, die Lösung durch das betreffende Filter filtrirt, das Filter ausgewaschen und die so erhaltene Lösung von K_2PtCl_6 in einer Platinschaale zuerst auf dem Wasserbade zur Trockene verdampft, sodann im Luftbade bei 130° C. bis zur Gewichtsconstanz getrocknet und gewogen. Die Rechnung ist sehr einfach: Das Kaliumplatinchlorid wird auf 2 K Cl umgerechnet (Factor 0,306), dieses von der Gesammtmenge der Chloride abgezogen und so das Na Cl gefunden[2]).

Zur Chlorbestimmung wurden 20—25 g der zu untersuchenden Substanz vorsichtig verkohlt, wiederholt mit heissem Wasser ausgezogen, die Kohle vorsichtig verbrannt, die Asche mit Wasser ausgelaugt, und die Lösungen vereinigt. Nachdem mit chemisch-reiner, concentrirter, Salpetersäure vorsichtig neutralisirt war, wurde das Chlor mit titrirter Silberlösung, die auf eine Kochsalzlösung von bestimmtem Gehalte eingestellt war, unter Benützung von neutralem Kaliumchromat als Indicator, bestimmt. Die gewichts-analytische Methode habe ich in diesem Falle der geringen Mengen wegen nicht benützt.[3])

Die Schwefelsäure wurde in der heissen, chlorwasserstoffsauren, Lösung der Asche durch tropfenweises Hinzufügen (aus einer Bürette) einer ebenfalls heissen 1 proc. Chlorbaryumlösung

---

1) Krauch, Die Prüfung chemischer Reagentien auf Reinheit, S. 217.

2) $2\,KCl \times 0{,}6318 = K_2O$. $2\,NaCl \times 0{,}53 = Na_2O$.

3) Auch waren Sulfate nicht in solchen Mengen vorhanden, welche die Richtigkeit des Resultates hätten beeinträchtigen können.

[illegible]

[illegible]

bekannten Cautelen, die Magnesia als $Mg_2P_2O_7$[1]) ($Mg_2P_2O_7 \times 0,36 = 2\,MgO$).

Die Bestimmung der CO_2 und der Kieselsäure habe ich in den bis jetzt analysirten Proben nicht unternommen, und zwar hauptsächlich der geringen Mengen wegen, die sich in denselben fanden. Desgleichen habe ich noch nicht Veranlassung gehabt, die Surrogate auf Schwermetalle zu prüfen.[2]) (Cu, Pb, u. s. w.)

B. Organische Bestandtheile.

Fett. Zu den Fettbestimmungen wurden 5—15 g (von den Kindermehlen) bei 90—95° C. gut vorgetrocknet, wobei jedoch strengstens vermieden wurde, eine Zersetzung des Fettes zu begünstigen. Es wurden Patronen aus vollständig fettfreiem Filtrirpapier angewendet, die unten eine kleine Menge entfetteter Watte enthielten und oben ebenfalls mit derselben Watte gut bedeckt und verschlossen waren. Da ich nur über relativ grosse Soxhlet-Apparate verfügte, so füllte ich dieselben zur Hälfte mit Glasperlen, welche durch längere Maceration mit Aether auch vollständig von etwa vorhandenem Fette befreit waren. Der zur Extraction angewandte Aether wurde von allen Verunreinigungen auf's Sorgfältigste gereinigt und kam in Quantitäten von je 60—100 ccm zum Gebrauche. Die Extraction wurde 6 bis 8 Stunden fortgesetzt. Der Aetherextract wurde filtrirt, auf dem Wasserbade der Aether abdestillirt, der Rückstand eine Stunde bei einer 95—96° C. nicht übersteigenden Temperatur getrocknet und die Kölbchen nach dem Erkalten (im Exsiccator und auf der Wage) gewogen. Aschenbestimmungen wurden mit dem Aetherextracte nicht vorgenommen, da ich, einerseits, den Aether vollständig entwässert hatte, und, anderer-

---

1) Nach dem Glühen darf die $Mg_2P_2O_7$, beim Befeuchten mit $AgNO_3$-Lösung, nicht gelb werden.

2) Alle diese Bestimmungen haben nach den bekannten Methoden zu geschehen. Im Betreffe der Kupferbestimmung verweise ich auf die vortreffliche, von Prof. Lehmann ausgearbeitete Methode. Siehe Archiv für Hygiene, Bd. XXIV, Hyg. Studien über Kupfer.

seits, auch die Untersuchungsobjecte gut vorgetrocknet waren. Condensirte Milch, peptonisirte Milch u. dergl. wurden mit reinem Gyps und geglühtem Quarzsande eingetrocknet, fein zerrieben, quantitativ in die Patronen gebracht und dann der Extraction unterworfen. Solche Proben wurden in der Regel länger extrahirt (10—12 Stunden).

Die Stickstoffbestimmungen wurden nach der bekannten und mit Recht beliebten Methode von Kjeldahl ausgeführt. Da die ursprüngliche Methode im Laufe der Zeit vielfach modificirt worden ist, so gestatte ich mir folgende Bemerkungen. Von früheren Arbeiten her gewohnt, dieselbe in etwas umständlicher Form auszuführen, namentlich stets mit Kühler zu destilliren, fand ich die in Prof. Lehmann's Laboratorio geübte Methode der Destillation ohne Kühler und Verwendung von Natronlauge statt Kalilauge nicht nur sehr praktisch, sondern auch vollständig genau und dabei sehr rasch ausführbar. Diese, im wesentlichen von Prof. Wagner-Darmstadt angegebene, Modification ist in klarer und ausführlicher Weise in Lehmann's »Methoden der praktischen Hygiene«[1]) beschrieben, so dass ich hier auf die Einzelnheiten[2]) dieser sinnreichen Modification nicht näher einzugehen brauche.

Was die Differenzirung der Stickstoff-Substanzen betrifft, so werde ich in einer späteren Arbeit (über die Verdaulichkeit der verschiedenen Surrogate) darüber Mittheilung machen.

Cellulose. Die Cellulose habe ich nach dem Verfahren von Henneberg-Stohmann (successives Kochen mit 1,25% Schwefelsäure und 1,25% Kalilauge etc.) bestimmt. Die geringe Menge Cellulose, die in den meisten der zu untersuchenden Proben enthalten war, einerseits, und der relativ hohe Gehalt der meisten Proben an Kohlenhydraten, andererseits, bedingten es aber, dass ich nicht solche Resultate erhielt, mit denen ich hätte ganz

---

1) K. B. Lehmann, Die Methoden der praktischen Hygiene, S. 253 bis 256.

2) Herrn Dr. H. Lang, Assistent am Hygien. Institute, der mich mit den, in Prof. Lehmann's Laboratorio gemachten, diesbezüglichen Erfahrungen bekannt machte, sage ich meinen besten Dank.

zufrieden sein können. Auch dann, wenn ich die Behandlung mit 1,25 proc. KOH derjenigen mit 1,25 proc. Schwefelsäure vorausgehen liess und alles Fett vorher sorgfältig durch Extraction entfernt hatte, konnte ich keine vollständig befriedigenden Resultate erhalten, desgleichen half mir nur wenig das Löslichmachen der Stärke, und so muss ich denn gestehen, dass die für die Cellulose gefundenen Werthe auf grosse Genauigkeit leider keinen Anspruch machen können. Die Menge der Mineralstoffe wurde stets in Abzug gebracht.

Kohlenhydrate. In der condensirten und peptonisirten Milch, sowie in Voltmer's Muttermilch u. dergl. machte die Bestimmung der Kohlenhydrate keine besonderen Schwierigkeiten. Circa 25 ccm der condensirten Milch (von den übrigen Präparaten so viel, dass eine ungefähr 1 proc. Zuckerlösung resultirte) wurden mit 350—400 ccm destillirten Wassers versetzt und bis zur völligen Lösung. digerirt. Darauf wurden aus dieser Lösung das Fett und die Gesammt-Eiweisstoffe nach Ritthausen's bekanntem Verfahren abgeschieden. Es wurde stets nur so viel Kalilauge (14,2 KOH im Liter)[1]) angewendet, dass die über dem grossflockigen Niederschlag stehende klare Flüssigkeit entweder neutral oder noch schwach sauer reagirte. Nachdem auf 500 ccm aufgefüllt war, wurde durch ein trockenes Faltenfilter filtrirt, 100 ccm des klaren Filtrates wurden mit 50 ccm Fehling'scher Lösung versetzt, in einer Porzellanschaale zum Sieden erhitzt, sechs Minuten im Sieden erhalten, und dann das ausgeschiedene Kupferoxydul in einem Soxhlet-schen Filter-Röhrchen gesammelt, mit heissem und kaltem Wasser, Alkohol und Aether ausgewaschen, getrocknet, im Wasserstoffstrome zu metallischem Kupfer reducirt und als solches, nach dem Erkalten (im Wasserstoffstrome), gewogen. Aus der gefundenen Kupfermenge wurde dann nach den sehr bequemen Tabellen von Dr. E. Wein[2]) der Milchzucker berechnet.

---

1) Man kann auch die vorräthige $^1/_{10}$ N-Natronlauge anwenden.

2) Dr. E. Wein, Tabellen zur quantitativen Bestimmung der Zuckerarten, Stuttgart 1888.

Zur Bestimmung des Rohrzuckers in der condensirten Milch u. dgl. wurden 100—200 ccm des Filtrates, nach dem Abscheiden des Fettes und der Eiweissstoffe nach Ritthausen, mit 10—20 ccm 1/5 Normalsalzsäure versetzt, 30 Min. im kochenden Wasserbade erhitzt und, nach raschem Abkühlen, genau mit 1/5 Normal-Natronlauge neutralisirt, auf ein bestimmtes Volumen gebracht und in einem aliquoten Theile desselben der Invertzucker gewichtsanalytisch nach E. Meissl bestimmt (2 Minuten Kochdauer)[1]). Die Berechnung ist sehr einfach: Von der gefundenen Kupfermenge wird die bei der Milchzucker-Bestimmung (bei Anwendung des gleichen Quantums und der gleichen Concentration) erhaltene Kupfermenge abgezogen[2]), der Rest des Kupfers auf Invertzucker berechnet und dieser wieder auf Rohrzucker umgerechnet (Multiplikation mit 0,95)[3]). Verhältnismässig einfach gestaltete sich auch die Bestimmung der Kohlenhydrate in denjenigen Surrogaten, welche in Extractform zur Untersuchung kamen (Löflund's Kindernahrung, Liebe's Nahrungsmittel etc.). Viel schwieriger aber war es, die eigentlichen »Kindermehle« auf die verschiedenen, in denselben enthaltenen Kohlenhydrate zu untersuchen. Ich muss es hier hervorheben, dass wir in dieser Beziehung nur sehr spärliche Angaben in der speciellen Literatur finden können, um so mehr, da man sich oft damit begnügt hat, die Kohlenhydrate aus der Differenz zu bestimmen, d. h. nach Abzug des Wassers, Fettes, der Asche, der Stickstoff-Substanzen und Cellulose von 100,00. Für die hygienische und ökonomische Beurtheilung der Kindermehle ist es aber von äusserst grosser Bedeutung, die Menge der »löslichen Kohlenhydrate« zu kennen, und womöglich einen nähern

1) Siehe Wein, a. a. O.

2) Da ja die erhaltene Menge Invertzucker aus dem Milchzucker und Rohrzucker entstanden ist.

3) Wem ein gutes optisches Instrument zur Verfügung steht, der kann es zur Bestimmung des Rohrzuckers in der cond. Milch benützen, nur muss dann die gefundene Milchzuckermenge auf ihren Rotationswinkel umgerechnet werden, welch' letzterer von dem bei Anwendung des Polarimeters gefundenen Winkel abzuziehen ist.

Begriff über die Componenten, aus denen sich die Menge der »Gesammt-Kohlenhydrate« zusammensetzt, zu gewinnen.

Ich habe bei meinen ersten Bestimmungen noch das Verfahren, welches König in seinem Buche[1]), als von N. Gerber und Radehausen herrührend, beschreibt, benützt.

Zu diesem Zwecke wurden die Kindermehle stets entfettet und zwar entweder mit Aether oder mit völlig reinem Petroläther. 3 bis 5 g der entfetteten Substanz wurden mit 50 resp. 100 ccm Wasser vermischt, gut durchgeschüttelt, 5 Minuten gekocht, nach dem Erkalten ca. 100 ccm 50° Weingeistes hinzugefügt, anfangs stark umgerührt, dann absitzen lassen, filtrirt (Wasserstrahl-Luftpumpe), der Niederschlag mit 50° Weingeist ausgewaschen. Das Filtrat wurde auf Volumen gebracht und ein aliquoter Theil anfangs im Becherglase auf dem Wasserbade erhitzt, falls sich Flocken abschieden (Eiweisskörper) filtrirt, dann zuletzt in einer Platinschale zur Trockne eingedampft, bis zur Gewichts-Constanz getrocknet (im Wasserdampf-Trockenschrank), darauf gewogen und verascht. Ich habe anfangs nach dieser Methode gearbeitet, muss aber bemerken, dass ich, trotz genauer Einhaltung der Vorschrift, keine übereinstimmenden Resultate habe erzielen können. Daher habe ich auch die erhaltenen Zahlen nicht angeführt. Bessere Resultate erhielt ich bei der Anwendung folgenden Verfahrens zur Bestimmung der »in kaltem Wasser löslichen Kohlenhydrate.«[2])

2,5 bis 3,0 g der entfetteten (Petroläther, Aether) Substanz wurden mit 250—300 ccm kalten, destillirten Wassers übergossen und, unter häufigem Schütteln, auf 3 bis 4 Stunden bei

1) König, op. cit., Bd. II, S. 367, 368.

2) Ohne auch nur im geringsten dieses einfache Verfahren bevorzugen zu dürfen, muss ich doch bemerken, dass ich mit demselben stets gut übereinstimmende Resultate erhielt. In der als »Extract« gewogenen Substanz hatte ich, nach Abzug der Mineralstoffe, eine der Wirklichkeit recht nahe kommende Zahl für die Summe der in kaltem Wasser löslichen Kohlenhydrate, während mir die bei der directen Reduction und nach der Inversion erhaltenen Werthe einige Aufklärung über die Natur der in Wasser löslichen Kohlenhydrate geben konnten.

Seite gestellt. Dann wurde rasch mit einer Wasserstrahl-Luftpumpe (Filter mit Platinconus) filtrirt, das Filtrat auf ein bestimmtes Volumen gebracht und dann auf dem Wasserbade etwa zur Hälfte eingedampft.

Nachdem das Eingedampfte wieder genau auf Volumen gebracht (eventuell bei Flockenbildung filtrirt war), wurde ein Theil desselben direct mit Fehling'scher Lösung behandelt[1]), während ein anderer Theil erst mit Salzsäure invertirt wurde.[2]) Die Zuckerbestimmungen wurden im einen wie im andern Falle nach den gewichts-analytischen Methoden, und zwar in jedem Falle doppelt ausgeführt. Ein aliquoter Theil wurde ferner als »Extract« gewogen und nach Abzug der Mineralstoffe als »Summe der in kaltem Wasser löslichen Kohlenhydrate« bezeichnet.

Ausserdem habe ich auch die Gesammtmenge der Kohlenhydrate bestimmt, und zwar in der Art, dass ich auf jedes Gramm der entfetteten ursprünglichen Substanz 10 ccm conc. Chlorwasserstoff-Säure (1,1) und 100 ccm Wasser nahm und drei Stunden im kochenden Wasserbade erhitzte (Rückflusskühler wurde durch lange in den Korkstopfen hineingelegte Glasröhren mittlern Lumens ersetzt). Nach dem Erkalten wurde neutralisirt, filtrirt, aufgefüllt und in einem aliquoten Theile die Zuckerbestimmung gewichts-analytisch vorgenommen. Auch diese Bestimmungen wurden stets doppelt ausgeführt, obgleich die bei allen gewichts-analytischen Zuckerbestimmungen erhaltenen Zahlen stets gut stimmten. Ich habe vorläufig noch nicht Gelegenheit gehabt, die Kohlenhydrate der Kindermehle eingehender zu analysiren, wie es z. B. Graf Törring[3]) im Soxhlet'schen Laboratorium mit einigen Proben gethan hat, die er auch mit Diastase, im Dampftopfe u. s. w. behandelte; ich werde aber bei den Verdauungsversuchen[4]) näher darauf zurückkommen. Hier

---

1) Siehe Tabelle Nr. I »directe Reduction«.

2) Siehe Tabelle Nr. I »nach der Inversion«.

3) Archiv für Kinderheilkunde, Bd. XI.

4) Ueber welche ich demnächst zu berichten gedenke.

möchte ich nur bemerken, dass ich vorläufig doch der Ansicht bin, dass die bei den »fractionirten Verdauungsversuchen« erhaltenen Resultate genügen werden, um ein annähernd klares Bild von der Ausnützung der verschiedenen Kohlenhydrate (welche in den Kindermehlen enthalten sind) durch den kindlichen Organismus zu bekommen. Auch dürften die bei solchen Versuchen erhaltenen Resultate geeignet sein, den »Nähr-Geldwerth« der Surrogate annähernd objectiv zu bestimmen, da dieselben, wenn auch nicht ganz identisch mit den Vorgängen im kindlichen Verdauungstractus, so doch, ohne Zweifel, näher der Wirklichkeit stehen, als verschiedene andere in vitro angestellte Versuche (Behandlung des Surrogates im Dampftopfe, mit Malz etc.). Eine genaue Differenzirung der in den Kindermehlen enthaltenen Kohlenhydrate ist zur Zeit wohl kaum möglich, und zwar hauptsächlich der grossen Schwierigkeiten wegen, welche die Bestimmungen der Gemische von den verschiedenartigsten Kohlenhydraten, wie sie in den Kindermehlen häufig vorkommen, darbieten. Auch ist durch die neueren Untersuchungen der Kohlenhydrate der Beweis erbracht, dass so manche Kohlenhydrate, die wir als einfache zu bezeichnen gewohnt waren, eine sehr complicirte Zusammensetzung aufweisen. So ist z. B. Cellulose weiter nichts als ein Sammelname, wie es die schönen Untersuchungen von Tollens, Schulze u. A. gezeigt haben; hat sich doch herausgestellt, dass das ursprüngliche Stärkemehl kein chemisches Individuum ist, da die concentrischen Schichten des Stärkekornes aus verschiedenen Kohlenhydraten bestehen![1])

Zum Schlusse der Untersuchungsmethoden möchte ich nur noch darauf hinweisen, dass man gut thut, wenn man sich die Untersuchung etwa in drei Theile theilt und diese Theilung bei der Arbeit berücksichtigt. 1. Mineral-Analyse, 2. Bestimmung der Feuchtigkeit, des Fettes und der Stickstoff-Substanzen und 3. Bestimmung der Kohlenhydrate. Man gewinnt so viel an

1) Siehe darüber: Emil Fischer, Die Chemie der Kohlenhydrate und ihre Bedeutung für die Physiologie, Berlin, 1894, (S. 32 ff.), sowie Bunge, Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie, 1894, S. 174.

Zeit, was bei so umfangreichen Untersuchungen doch in's Gewicht fällt. — Welche Bedeutung den einzelnen Bestandtheilen der Kindernahrungsmittel zukommt, und wie weit die genaue chemische Analyse bei der hygienischen Beurtheilung derselben im Stande ist auf die Güte, resp. den »Nähr- und Nährgeldwerth« dieser Surrogate hinzuweisen, darauf werde ich in einer späteren Arbeit näher zurückzukommen versuchen, während ich in vorliegender Abhandlung diese Fragen nur ganz kurz behandeln kann. (Siehe Seite 168—175).

III.

Im Ganzen sind 17 Proben von Kindernahrungsmitteln untersucht worden, die sich, den Benennungen nach, wie folgt vertheilen: Kindermehle — 9 Proben, condensirte, peptonisirte, mit Pancreas versetzte Milch zu je einer Probe, Milchzwieback — 1, Kindernahrung in Extractform — 3 und eine Probe »Löflund's sterilisirter Milchzucker«. Diese Proben wurden zum grössten Theil vom Verfasser in den grösseren Droguengeschäften Zürich's und Würzburg's gekauft, theils direct von den betreffenden Fabriken verschrieben.

Bei der Wahl der Surrogate war, einerseits, die Verbreitung derselben und, andrerseits, die Neuheit maassgebend. Es wurden von jeder Probe immer 2 Büchsen gekauft, um eine Probe zur bacteriologischen Untersuchung zur Verfügung zu haben.

Da ich, dank der Liebenswürdigkeit einiger Fabrikanten, in der Lage bin, Mittheilungen über die Bereitungsweise einzelner Präparate machen zu können, so möchte ich den Resultaten der Untersuchung kurze Mittheilungen über die Herstellung und die Eigenschaften der untersuchten Proben vorausschicken.

1. »Henri Nestlé's Kindermehl«. In einer gut verschlossenen und mit Papier beklebten Blechdose befindet sich ein hellgelbes, trockenes und sehr feines Pulver, von angenehmem Bisquitgeruch. Dasselbe ist hie und da zu kleineren Klümpchen zusammengebacken, die sich aber zwischen den Fingern sehr leicht zerreiben lassen. Der Geschmack ist sehr angenehm und

erinnert deutlich an »Bisquit«. Mit Wasser verrieben, gibt es einen Brei von süsslichem Geschmacke und alcalischer Reaction (neutrales Lacmuspapier). Was die Bereitungsweise dieses Kindermehles, welches nicht nur als das älteste, sondern, nach Fürst[1]), auch als das populärste und beliebteste angesehen werden kann, betrifft, so sei es gestattet, hier einige kurze Bemerkungen, welche theils den jeder Büchse beigelegten Broschüren und Gebrauchsanweisungen, theils der Abhandlung des Professors H. Lebert[2]) entnommen sind, zu machen.

Nestlé ging von der Ansicht aus, dass überall, wo man nicht über gleichmässig gute Milch verfügt, ein Ersatzmittel in Pulverform aus condensirter Milch und eigens präparirtem Weizenmehle das Beste sein müsse, weil er eben gefunden haben wollte, dass das Weizenmehl, besonders die fein zermahlene Kruste eines zu diesem Zwecke hergestellten Weizenbrotes, sich wegen des guten Verhältnisses der Nährstoffe mehr als andere Mehle dazu eigne. Die Basis des Nestlé'schen Kindermehles bildet die vortreffliche Schweizermilch, welche in luftleerem Raume bei einer Temperatur, welche 50° C. nicht übersteigt, verdunstet wird, sodass die Milch nur condensirt wird, sonst aber unverändert bleibt. Die Kruste des nach einem besonderen Verfahren hergestellten Weizenbrotes wird zuerst bei 115° C. geröstet, dann ganz fein gemahlen und mit dem Milchpulver in bestimmtem Verhältnisse vermengt. Auch Zucker wird, nach dem Erfinder, hinzugethan. Prof. Lebert[3]) hat dieses Präparat ganz besonders empfohlen, nachdem er sich selbst von der Zweckmässigkeit der Zusammensetzung und Herstellung desselben überzeugt haben will. Der genannte Autor empfiehlt das Nestlé'sche Kindermehl nicht nur für Kinder, sondern auch zur Ernährung »Kranker aller Lebensalter«.[4])

---

1) Dr. Livius Fürst, Das Kind und seine Pflege etc., Leipzig 1891, S. 90.

2) H. Lebert, Die Milch und das Henri Nestlé'sche Milchpulver als Nahrung während der frühesten Kindheit und in späteren Labensaltern. Basel 1876.

3) a. a. O.

4) a. a. O, S. 27 u. 28.

Und, in der That, man muss Livius Fürst[1]) beistimmen, wenn er sagt, dass das Nestlé'sche Präparat, dank den warmen Empfehlungen des Prof. Lebert und anderer Autoritäten, ungeachtet des Umschwunges, der sich eine Zeit lang gegen die »Kindermehle« geltend machte und trotz des Auftauchens zahlreicher ähnlicher Präparate, bis jetzt seine Stellung behauptet hat. In der Schweiz und in Deutschland ist es recht verbreitet, am meisten aber wird es in Russland, wo man, nebenbei gesagt, für eine Büchse (500 g) 1 Rub. 50 Kopeken (beinahe 4 Mark bezahlt) gebraucht. Ohne mich im Geringsten dazu berechtigt zu fühlen, die Vorzüge dieses Präparates zu bezweifeln, muss ich doch bemerken, dass die den Büchsen beigelegte und von Heinrich Nestlé verfasste Broschüre »Ueber die Ernährung der Kinder«, sowie auch die Gebrauchsanweisung manche Angaben enthalten, mit denen man unmöglich einverstanden sein kann. So z. B. der Passus: »Das Henri Nestlé'sche Kindermehl ist das einfachste, sicherste und vollständigste Ersatzmittel einer guten Muttermilch.« Ferner ist es als eine Verirrung zu bezeichnen, wenn der Erfinder in einer Broschüre[2]) von seinem Präparate als »von einem Nahrungsmittel bester Qualität, welches von den ersten Lebenstagen an bis zu einem Alter von 15 Monaten als einzige Nahrung dienen kann«, spricht. Dass es überhaupt kein Mittel von allseitiger Anwendbarkeit, welches allen Kindern gleichmässig und ebenso gut wie die Frauenmilch bekommt, gibt, ist nicht nur den Aerzten längst zur geläufigen Thatsache geworden, sondern auch den gebildeten Müttern, die in Biedert's[3]) schönem Buche oder bei Liv. Fürst[4]) u. a. Autoren Belehrung gesucht haben, nicht unbekannt geblieben.

Ich muss, im Interesse der Wahrheit, hier allerdings bemerken, dass auch bei den meisten der anderen Surrogate, zu deren Beschreibung ich jetzt übergehe, sich in den Broschüren

1) a. a. O., S. 91.

2) Ueber die Ernährung der Kinder, S. 3.

3) Biedert, Die Kinderernährung im Säuglingsalter.

4) Livius Fürst, Das Kind und seine Pflege im gesunden und kranken Zustande. Baginsky, Pflege des Kindes u. s. w.

und Flugblättern Angaben befinden, die nicht immer der Wirklichkeit entsprechen, und gilt das soeben Gesagte daher auch von solchen Präparaten. Aber ganz mit Stillschweigen konnte ich diese, von der Wahrheit so weit entfernten, Anpreisungen nicht übergehen, um so mehr, da im Grunde genommen, dieselben gerade die meiste Anziehungskraft auf das kaufende Publikum ausüben.

2. »R. Kufeke's Kindermehl.« Das hellbraune, äusserst feine Pulver ist von angenehmem Geruch und Geschmack. Der durch Anrühren mit Wasser hergestellte Brei reagirt auf neutrales Lakmuspapier stark alkalisch. Verpackung — gut verschlossene Blechbüchse. Das Präparat wird als »einzig neutrales Nährmittel, welches keine unveränderten Stärketheile enthält, sondern lediglich leicht lösliche Nährstoffe, die der noch unentwickelte Magen des Säuglings leicht verdauen kann«, angepriesen und als »bestes Ersatzmittel der Muttermilch« bezeichnet. Dasselbe ist zur Zeit recht verbreitet, aber, nach den Angaben von J. König[1]), von scheinbar wechselnder Zusammensetzung; besonders schwankt der Fettgehalt und der Gehalt an löslichen Kohlenhydraten in recht breiten Grenzen. Gräbner[2]) hat mit diesem Präparate umfangreiche Versuche angestellt und empfiehlt es auf's Beste. Auch Biedert[3]) zählt das Kindermehl von Kufeke zu denjenigen, »in denen die Umwandlung der Stärke des ursprünglichen Mehles mit Nachdruck durchgeführt wurde.« Ueber die Bereitungsweise ist uns nichts Näheres bekannt, es scheint aber, dass das Präparat nicht nur »dextrinirt« ist, sondern auch einen Zusatz von Salzen erfahren hat.

3. »Rademann's Kindermehl« stellt ein hellbraunes, sehr feines Pulver, von recht angenehmem Geschmacke, dar. Mit Wasser lässt sich dasselbe zu einem Brei anrühren, dessen Reaction neutral ist. Was die Bereitungsweise dieses Präparates

---

1) a. a. O., Bd. I, S. 424.

2) St. Petersburger Medicin. Wochenschrift, 1888 (Nr. 33 u. 34).

3) a. a. O., S. 191. Siehe ebenfalls: Dr. med. Schraub (Magdeburg), Ueber Kufeke's Mehl.

anbetrifft, so bin ich, dank der Liebenswürdigkeit des Fabrikanten, in der Lage, Folgendes berichten zu können: »Hafer wird unter zwei Atmosphären Druck im Wasserdampf gekocht, gedarrt, sorgfältigst von der Schale etc. gereinigt und gemahlen; dieses Mehl mit Zusatz von phosphorsauren Salzen, Milchzucker etc. verbacken und zwar ³/₄ Stunden bei 250° C. Die so gebackenen Kuchen werden in Würfel geschnitten, bei 200° C. geröstet und dann erst zu feinstem Pulver zermahlen.«

Der Erfinder nennt sein Präparat »eine zweckentsprechende Nahrung für schwächliche und solche Kinder, die entwöhnt werden sollen, oder durch die Mutterbrust nicht ausreichend ernährt werden.« Es muss an dieser Stelle constatirt werden, dass in den, dem Rademann'schen Präparate beigelegten, Broschüren, Anweisungen etc. keine Ansprüche auf vollständigen Ersatz der Frauenmilch gemacht werden, sondern, im Gegentheil, in klarer und deutlicher Weise auf die Vorzüge der »natürlichen« Kinderernährung hingewiesen wird. Der Erfinder setzt in einer sehr zweckmässig zusammengestellten Broschüre[1]) auseinander, wie die künstliche Ernährung der Kinder durchzuführen sei, und welche Rolle dabei das von ihm dargestellte Präparat spielen könne. Man muss gestehen, dass man durch eine solche objective Beurtheilung des eigenen Präparates äusserst angenehm berührt wird und auf wirklich vorhandene Vorzüge hofft, was dann auch dadurch bestärkt wird, dass man unter denjenigen Autoren, die das Rademann'sche Kindermehl bestens empfohlen haben, Namen, wie Senator, Henoch, Uffelmann, Baginsky, Fürbringer u. A. m. findet. Es darf an dieser Stelle ferner nicht unerwähnt bleiben, dass Rademann auch zuerst eine vergleichende, mikroskopische Untersuchung des Rückstandes der, nach Stutzer, mit künstlichem Magensafte, resp. mit Pancreaslösung behandelten Kindermehle vornahm, um so nachzuweisen, welche Veränderungen diese Präparate dabei erfahren und die Frage: »Welche Präparation der Kindermehle ist für die Verdauung die geeignetste?« beant-

1) Otto Rademann, Fehler bei der künstl. Ernährung der Säuglinge.

worten zu können. Liv. Fürst[1]), der die Versuche in der von Rademann angegebenen Weise, mit geringen Abänderungen, fortsetzte, musste sich dann vor allen Dingen davon überzeugen, dass viele im Handel befindlichen, Kindermehle, welche als »löslich«, »frei von Stärke«, »gemalzt« oder ähnlich bezeichnet werden, auf diese Eigenschaften keinen oder nur sehr mässigen Anspruch haben. Manche zeigten, so schreibt Livius Fürst[2]), selbst nach zehnstündiger Behandlung mit Pancreaslösung noch völlig unveränderte Stärke. Derselbe Autor fand, dass von den untersuchten Proben (Hafermehl, Nestlé's Kindermehl, gemalztes Hafermehl etc.) beim Rademann'schen Kindermehl der Zerfall am meisten vorgeschritten war; denn es zeigte nur noch Pünktchen und Körnchen von Eiweiss, aber keine Zellen mit unveränderter Structur, während z. B. beim gewöhnlichen Hafermehle und dem Nestlé'schen Kindermehle, nach zehnstündiger Verdauung, noch zahlreiche Stärkekörner von wenig veränderter Structur zu finden waren.«

4. »Muffler's sterilisirte Kindernahrung« stellt ein hellgelbes, mehlartiges Präparat von sehr angenehmem Geruch und süsslichem Geschmack dar. Die Reaction des wässerigen Auszuges ist neutral. Dieses Präparat lenkt auf sich die Aufmerksamkeit durch den, ohne Zweifel, sehr zweckmässigen luftdichten Verschluss; ausserdem muss hervorgehoben werden, dass dasselbe sich in einem Glasgefässe befindet. Muffler's Kindernahrung wird als steril in den Handel gebracht und wird solches auch durch die vielen von sachverständigen Chemikern ausgeführten Analysen bestätigt. Daher thut es mir um so mehr leid, dass ich dieses Präparat nicht als absolut steril bezeichnen kann. Als ich, auf Wunsch des Herrn Prof. K. B. Lehmann, das Präparat auf »Sterilität« untersuchte, musste ich die unliebsame Entdeckung machen, dass nach einigen Tagen sich doch, wenn auch nur vereinzelte, Schimmelpilze auf den gegossenen Platten fanden. Auch theilte mir Herr Prof. Lehmann mit,

1) Neuere vergleichende Untersuchungen über Kindermehle. D. med. W., 1892, Nr. 13 u. 14.

2) a. a. O., S. 5.

dass er bei gleichen Untersuchungen das Präparat ebenfalls nicht ganz »steril« gefunden habe. Es kann hierdurch durchaus nicht die Bedeutung dieses, ohne Zweifel, sehr zweckentsprechend verpackten Präparates beeinträchtigt werden, welches, nebenbei gesagt, auch der chemischen Zusammensetzung nach zu den rationell zusammengesetzten »Kindernahrungsmitteln« zu rechnen ist.

Das Präparat wird, nach dem Berichte der Fabrikanten, zusammengestellt aus: 1. Bestem Weizenmehl, welches zuvor mit Wasser gemengt und dann bei höheren Hitzegraden dextrinirt wurde; 2. Milch; 3. Eiern; 4. Milchzucker; 5. Aleuronat (patentirter Weizenkleber von Dr. Hundhausen).

5. »Frey's Kraftkindermehl« ist ein hellgraues, sehr feines Pulver, welches hie und da zu kleinen Klümpchen zusammengebacken ist. Geruch und Geschmack zeigen nichts Besonderes. Die Reaction des wässerigen Breies ist neutral. Dieses Präparat will der Kuhmilch, »als ziemlich dicker Schleim«, an Stelle des Wassers beigemengt sein. Es zeichnet sich durch einen hohen Eiweissgehalt aus, der durch Aleuronatzusatz zum gewöhnlichen Hafermehle erzielt zu sein scheint.

6. »Löflund's Milchzwieback, fein gemahlen mit peptonisirter Alpenmilch bereitet. Für entwöhnte Kinder bis zu 2 Jahren.« In einer Blechbüchse befindet sich das hellbraune, recht feine, sehr angenehm riechende, Pulver, dessen Geschmack auch recht angenehm ist (dabei etwas süsslich). Beim Anrühren mit Wasser entfaltet sich ein deutlicher Bisquitgeschmack, die Reaction des wässerigen Breies ist schwach alkalisch (fast neutral). Zur Herstellung dieses Präparates »wird peptonisirte Alpenmilch in luftleeren Apparaten zu einer teigartigen Masse eingedickt, dann mit feinstem Waizenmehl zu einem Zwieback verbacken und fein gemahlen.«

7. »Knorr's feinst diastasirtes Reismehl« ist ein äusserst feines, fast geruchloses, Pulver, das mit Wasser angerührt, den specifischen Reisgeruch hat und auf Lakmuspapier neutral reagirt. Es wird vom Fabrikanten für kleine Kinder, als Ersatz für andere Kindermehle, sehr empfohlen. Verpackung — Papierdüte.

8. »Neues Kindermehl von Henri Epprecht.« Das Präparat stellt ein hellgelbes Pulver dar, das hie und da zu grösseren Klumpen zusammengebacken ist und sich beim Zerreiben zwischen den Fingern recht grob anfühlt, beim Reiben auf Papier einen deutlichen Fettfleck zurücklässt. Geruch angenehm, bisquitartig, Geschmack sehr süss, aber nicht unangenehm. Beim Anrühren backt es zu grösseren Klumpen zusammen. Reaction auf Lakmus-Papier — neutral. Verpackung — Blechbüchse.

Bei der Zubereitung wird hauptsächlich die Verdünnung mit Wasser, nicht mit Milch, empfohlen. Das Präparat scheint aus condensirter Milch, Eiern, Butter und irgend einem Mehle zusammengesetzt zu sein. Allem Anscheine nach, hat es keine grosse Verbreitung gefunden.

9. »Robinson's Patent Groats« stellt ein grauweisses, zusammen gebackenes, nicht sehr feines, fast geruch- und geschmackloses Pulver dar, in welchem hie und da kleine, bräunliche Partikelchen zu entdecken sind. Mit kaltem Wasser lässt es sich zu einem Brei, in welchem die oben erwähnten Partikelchen noch deutlicher hervortreten, anreiben. Reaction — neutral. Verbackung — Blechbüchse. Ueber Bereitungsweise nichts bekannt.

10. »Knorr's Hafermehl« ist ein sehr feines, gelbweisses Pulver, in welchem nur ganz vereinzelte, dunkler gefärbte, Partikelchen zu erkennen sind. Geruch und Geschmack angenehm, Reaction — neutral. Verpackung — Papierdüte.

Was die Herstellung dieses Präparates, das als Zusatz zur Milch empfohlen wird, anbetrifft, so entnehmen wir der Broschüre[1]) des Fabrikanten Folgendes: »Das Knorr'sche Hafermehl wird aus den enthülsten Samenkörnern von Avena sativa hergestellt. Zur Fabrikation des Hafermehles wird nur der allerschwerste Gebirgshafer verwendet und dieser vorher noch scharf sortirt, und jedes leichte Korn und jeder Einwurf auf's Pünktlichste durch eigens dazu erfundene Maschinen entfernt. Das Verfahren, nach welchem im Ganzen das Knorr'sche Hafermehl hergestellt wird, besteht darin, dass der Hafer bedeu-

1) Ueber das Knorr'sche Hafermehl, diätetisches Präparat für die Zwecke der Kinderernährung, Heilbronn, 1895.

tendem Dampfdruck ausgesetzt und hierauf bei sehr hoher Temperatur geröstet wird.«

11. »Weibezahn's präparirtes Hafermehl« stellt ein blassgelbes, recht feines Pulver dar, das nur ganz vereinzelte, dunkler gefärbte, Pünktchen, von der nicht ganz entfernbaren Cellulose herrührend, aufweist. Geruch und Geschmack — angenehm, Reaction — neutral, Verpackung — Papierdüte. Dieses Präparat wird ebenfalls als Zusatz zur Milch empfohlen und beruht die Herstellung desselben auf demselben Principe, wie diejenige des vorhergehenden Präparates.«[1])

12. »Liebe's Nahrungsmittel in löslicher Form«. In einer gut verschlossenen Glasbüchse befindet sich ein sehr zäher Extract, der, dem Geschmacke und seinen physikalischen Eigenschaften nach, sehr an den »Malzextract« erinnert. In Wasser löst sich das Präparat fast vollständig, wobei aber keine ganz klare Lösung erhalten wird. Reaction — neutral. Liebe's Nahrungsmittel ist ein im Vacuo bereiteter Extract der bekannten »Liebig'schen Suppe für Säuglinge«, aus Weizenmehl und Malz, nebst einem Zusatz von doppeltkohlensaurem Kali hergestellt.

13. Voltmer's Muttermilch« stellt einen sehr dickflüssigen Extract von brauner Farbe und deutlichem Buttergeruche dar, der süsslich schmeckt und, mit Wasser verdünnt, eine milchige Flüssigkeit von deutlich alkalischer Reaction gibt. Dieses Präparat, welches »der Frauenmilch gleich in Zusammensetzung, Nährwerth und Verdaulichkeit« sein soll, wird, nach den Angaben des Fabrikanten, auf folgende Weise hergestellt: Die untersuchte Milch wird aufgekocht, mit so viel destillirtem Wasser, Zucker, Salzen und (auf ihren Fettgehalt untersuchter) Sahne versetzt, bis die mittlere Zusammensetzung der Frauenmilch erreicht ist. Sodann wird behufs Erzielung eines solchen feinflockigen Caseïn-Gerinnsels, wie bei Frauenmilch, mit Pancreasferment erhitzt, die so erhaltene Milch in einem luftdicht verschlossenen Kessel circa eine Stunde bei 102 bis 105° C. weiter

---

1) Näheres darüber in: Das Hafermehl, die Bedeutung desselben für die Diätetik des Kindes, mit besonderer Berücksichtigung des Hafermehl's der Gebr. Weibezahn.

erhitzt und zuletzt im Vacuo eingedampft[1]). Verpackung — Blechdose.

14. »Löflund's reine, sterilisirte Alpenmilch, condensirt ohne Zucker.« In einer verlötheten Blechdose befindet sich ein dickflüssiges, etwas bräunlich gefärbtes Fluidum, von angenehmem Geruche und dem ausgesprochenen Geschmacke einer guten Vollmilch. Die hie und da vorkommenden körnigen Ausscheidungen erwiesen sich als Milchzucker. Mit Wasser verdünnt, gibt es eine sehr wohlschmeckende Milch. Sogenannter »Milchschmutz« ist durchaus nicht zu entdecken. Was die Herstellung dieses rationellen Präparates anbetrifft, so ist zu bemerken, dass die Alpenmilch zuerst vom »Milchschmutz« befreit wird, sodann auf ein Drittel ihres ursprünglichen Volumens eingedickt und sterilisirt wird. Dieses Präparat erwies sich keimfrei, was dadurch zu erklären wäre, dass es, aller Wahrscheinlichkeit nach, bei 103 bis 105° C. sterilisirt, oder vielleicht der »fractionirten Sterilisation« unterworfen wurde, worauf auch die etwas bräunliche Farbe des Präparates hinweist.

15. »Löflund's Kindernahrung. Ein Extract zur Selbstbereitung der Liebig'schen Suppe für Säuglinge.« Dieses Präparat, das ebenso wie »Liebe's Nahrungsmittel in löslicher Form« einen Extract der »Liebig'schen Suppe für Säuglinge«[2]) darstellt, gleicht in allen seinen Eigenschaften sehr dem Präparate Nr. 12.

16. »Löflund's peptonisirte Kindermilch«. Was die Consistenz und Farbe dieses Präparates anbetrifft, so erinnert es bis zu einem gewissen Grade an Voltmer's Muttermilch, nur fehlt der specifische Geruch derselben. Mit Wasser verdünnt, gibt es eine milchähnliche, süsslich schmeckende Flüssigkeit von schwach alkalischer Reaction. Verpackung — Blechdose. Die Herstellung dieses Präparates geschieht in der Weise, dass beste Alpenmilch sterilisirt und peptonisirt wird, um darauf einen Zusatz von gelöstem Weizenextracte zu erfahren.

---

1) Näheres in der Broschüre »Voltmer's Muttermilch«.

2) Dieselbe wird, nach J. v. Liebig, aus 10 Th. Milch, 1 Th. Malzmehl und 1 Th. Weizenmehl, unter Zusatz von 1 Th. einer 18 proc. Natriumcarbonat-Lösung, hergestellt (König, op. cit., Bd. II, S. 362).

Tabelle I. (Die Zahlen bedeuten Gramm in

Nummer	Bezeichnung des Surrogates	Wasser	Fett	Stickstoff-Substanz (N × 6.25)	Gesammtkohlenhydrate	Kohlenhydrate in kalt. Wasser		Lösliche Kohlenhydrate		»Extract«
						α) Unlöslich	β Löslich (Summe)	α) Directe Reduction (als Maltose)	β) Nach der Inversion (Invertzucker)	
1	Henri Nestlé's Kindermehl	5,59	5,18	10,94	75,64	32,71	42,93	6,75[1])	34,52[2])	44,7[3])
2	R. Kufeke's Kindermehl	7,60	0,88	11,17	78,51	48,01	30,50	6,70	28,72[4])	32,95[5]
3	Rademann's Kindermehl	7,67	6,00	15,10	66,43	47,89	18,54	3,81[6])	18,08[7])	19,81[8]
4	Muffler's sterilisirte Kindernahrung	4,28	6,47	14,48	72,54	47,62	24,92	2,33[9])	—	26,08[10]
5	Frey's Krafthafermehl (Kindermehl)	11,39	6,53	34,08	46,60	41,89	4,71	—	—	5,60[11]
6	Löflund's Milchzwieback	5,65	6,49	12,87	71,77	40,02	31,75	22,19[12])	10,77[13])	33,35[14]
7	Knorr's Reismehl	13,02	1,25	7,75	77,25	75,90	1,35	1,40[15])	—	1,82[16]
8	Kindermehl von Henri Epprecht	10,51	10,47	15,19	60,41	Spuren	60,80	28,84[17])	34,13[18])	62,88[19]
9	Robinson's Patent Groats	7,40	10,40	13,39	66,20	59,71	6,49	0,324[20])	—	7,64[21])
10	Knorr's Hafermehl	9,12	8,67	13,71	66,71	62,24	4,47	0,99	2,33[22])	5,47[23]
11	Weibezahn's präparirtes Hafermehl	7,37	8,35	11,69	71,12	68,48	2,64	—	—	3,28[24]
12	Liebe's Nahrungsmittel in löslicher Form	22,34	Spuren	6,47	68,80	keine	68,80	60,89	—	77,66
13	Voltmer's Muttermilch	22,10	9,08	13,26	51,52	keine	51,52	43,52[25])	17,00[26])	77,9
14	Löflund's reine Milch, condensirt und sterilisirt	68,14	11,58	7,32	11,54	keine	11,54	11,54[27])	—	31,86
15	Löflund's Kindernahrung zur Selbstbereitung von künstlicher Muttermilch	25,37	Spuren	4,17	68,6	keine	68,60	58,73	—	74,63
16	Löflund's Kindermilch, peptonisirt	20,39	8,46	10,13	57,53	keine	57,53	45,83[28])	19,53	79,61
17	Löflund's sterilisirter Milchzucker	3,96	—	—	96,02	keine	96,02	96,02[29])	—	—

1) = 4,5% Dextrose. — 2) = 30,41% wasserl. Stärke od. Dextrin = 33,79% Dextrose. 1,89% Mineralstoffe. — 6) = 2,81% Traubenzucker (Dextrose). — 7) = 17,07% Rohrzucker. 10) Darin 1,16% Mineralstoffe. — 11) Darin 0,89% Mineralstoffe. — 12) = 18,31% Milch-Dextrose. — 16) Darin 0,47% Mineralstoffe. — 17) = 20,54% Traubenzucker. — 18) Als berechnet = 0,195%. — 21) Darin 1,15% Mineralstoffe. — 22) = 2,21% Rohrzucker. — berechnet. — 26) = 16,15% Rohrzucker. — 27) Als Milchzucker berechnet. — 28) Als

100 g der ursprünglichen Substanz.)

Gesammt-Mineralstoffe	Löslich in verdünnter HCl	Unlöslich in verdünnter HCl	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Cl	SO_3	P_2O_5	Nährstoffverhältnis in der urspr. Subst. = 1:	Nährstoffverhältnis in der Trockensubst. = 1:	Cellulose	Reaction mit Liq. Lugoli
1,82**)	98,90	1,10	0,600	0,106	0,258	0,011	0,175	0,072	0,312	8,08	8,5	0,29	Die Lugol'sche Lösung rief bei allen Proben der »Kindermehle« (Nr. 1—11 incl.) sehr deutliche Blaufärbung hervor, wobei die Intensität derselben mit dem Gehalte der Proben an »unlöslichen« Kohlenhydraten gewöhnlich stieg.
2,07*)	97,36	2,64	0,658	0,268	0,046	0,101	0,057	0,092	0,609	7,2	7,8	0,19	
3,69	96,42	3,58	0,441	0,194	1,08	0,182	0,018	0,078	1,1	5,4	5,8	0,56	
2,28	99,39	0,61	0,129	0,040	0,906	0,012	0,025	Spuren	0,953	6,2	6,5	0,18	
1,32	97,34	2,66	0,182	0,055	0,095	0,115	0,047	0,023	0,245	1,8	2,07	0,27	
2,79*)	98,66	1,34	0,365	0,436	0,612	0,057	0,146	0,058	0,721	6,8	7,2	0,30	
0,82	97,02	2,98	0,084	0,041	0,011	0,029	0,010	Spuren	0,134	10,39	11,9	Spuren	
3,01	98,86	1,14	0,418	0,291	0,676	0,053	0,235	0,045	0,513	5,69	6,3	Spuren	
2,01	97,15	2,85	0,380	0,017	0,112	0,107	Spur.	0,011	0,949	6,88	7,4	0,69	
1,74	98,87	1,13	0,313	0,096	0,025	0,123	0,086	Spuren	0,643	6,5	7,19	0,22	
1,02	94,21	5,79	0,139	0,044	0,024	0,046	0,016	0,002	0,183	7,9	8,6	0,29	
1,71**)	91,1	8,9	0,674	0,021	0,054	0,007	0,087	0,164	0,379	10,8	13,9	—	
4,04**)	99,58	0,42	0,656	0,596	0,744	0,087	0,425	0,115	0,450	5,6	7,2	—	
1,79**)	99,78	0,22	0,429	0,113	0,387	0,033	0,228	0,031	0,488	5,5	17,3	—	
1,47**)	91,63	8,37	0,475	0,053	0,023	0,080	0,045	0,025	0,491	18,9	24,03	—	
3,05**)	97,9	2,1	0,622	0,586	0,373	0,104	0,396	0,105	0,863	6,7	8,9	—	
0,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

— 3) Darin 1,51% Mineralstoffe. — 4) = 25,22% wasserlösl. Stärke (Dextrin). — 5) Darin
— 8) Darin 1,47% Mineralstoffe. — 9) = 1,99% Milchzucker = 1,59% Dextrose. —
zucker. — 13) = 10,23% Rohrzucker. — 14) Darin 1,60% Mineralstoffe. — 15) = 0,93%
Rohrzucker berechnet = 32,42%. — 19) Darin 2,04% Mineralstoffe. — 20) Als Dextrose
23) Darin 0,995% Mineralstoffe. — 24) Darin 0,64% Mineralstoffe. — 25) Als Milchzucker
Milchzucker berechnet = 38,0%. — 29) Als Milchzucker berechnet.

17. »Löflund's chemisch reiner Milchzucker« stellt ein schneeweisses, in Wasser vollständig klar lösliches, äusserst feines Pulver dar, welches von der Fabrik nach der Vorschrift des um die rationelle »künstliche Kinderernährung« verdienten Prof. Soxhlet hergestellt und in zweckmässiger Verpackung (gut verschlossene Pappconvolute) in den Handel gebracht wird. Der äusserst geringe Gehalt an Feuchtigkeit, sowie die minimale Menge der Mineral-Substanzen und die vollständige Abwesenheit fremder Zuckerarten gestatten es, dieses Präparat, das weder in Zucker-Gelatine, noch in Zucker-Agar Gasbildung erzeugte, zur Herstellung der Heubner-Hofmann'schen Mischung bestens zu empfehlen. Ueberhaupt muss man bemerken, dass die von Löflund angefertigten Präparate als durchaus gelungene bezeichnet werden müssen[1]).

Tabelle II.

Bezeichnung	Wasser	Stickstoff-Substanz	Fett	Kohlenhydrate in kalt. Wasser		Cellusose	Asche	P_2O_5	CaO
				Löslich	Unlöslich				
Henri Nestle's Kindermehl	6,15	9,91	4,46	42,37	35,04	0,33	1,74	0,59	0,32
R. Kufeke's Kindermehl	8,78	12,51	1,81	21,92	52,22	0,65	2,11	0,63	0,11
Rademann's Kindermehl	4,54	13,62	5,37	15,78	55,51	0,82	4,06	1,72	1,04
Löflund's Milchzwieback	4,58	13,44	5,81	69,61	69,61	0,73	5,83	2,07	0,43
Löflund's Kindernahrung	32,83	3,47	Spur.	62,44	—	—	1,76	0,52	—
Liebe's Nahrungsmittel	24,48	3,51	Spuren	70,65	—	—	1,36	0,30	—
Allgäuer Rahmmilch v. Löflund	66,02	9,25	9,90	12,88	—	—	1,95	0,64	0,25

Zu den in Tabelle I angeführten Zahlen habe ich Folgendes zu bemerken: Wenn man die angegebenen Werthe für Wasser, Fett, Stickstoff-Substanzen, Gesammt-Kohlenhydrate, Mineralstoffe

1) Siehe hierüber: Dr. Nachtigal, Ueber Kinderernährung und den Werth der Präparate aus reiner Alpenmilch für dieselbe, Stuttgart 1888.

und Cellulose addirt, so wird man in der Summe nicht 100,00 erhalten. Es ergeben sich Differenzen von 0,2 bis 0,5 %. Der mit so complicirten Analysen, wie diejenigen der Kindermehle, Vertraute wird aus diesen Differenzen nicht auf nachlässiges oder ungeschicktes Arbeiten schliessen wollen. Immerhin will ich hier kurz den Grund dieser Differenzen angeben. Der Wassergehalt ist, da ich (wie bei den Untersuchungsmethoden angegeben) die Temperatur von 97 bis 99° C. nicht überschritten habe, wohl ein wenig zu niedrig ausgefallen. Die Bestimmung des Fettgehaltes ist bei Nr. 12 und 15 unterblieben, da diese Surrogate nur Spuren von Fett enthalten, dessen Bestimmung bei dem äusserst hohen Gehalte derselben an Kohlenhydraten nicht leicht durchzuführen war. Doch dürfte derselbe wohl einige Centigramme (in Procent) betragen und so auch zur Ausgleichung der Differenz beitragen. — Bei der Berechnung der Stickstoff-Substanzen habe ich, mit Ausnahme von Nr. 13, 14 und 16, den Factor 6,25 gebraucht. Bei denjenigen Surrogaten, deren Gehalt an Stickstoff-Substanzen zum grössten Theil oder ausschliesslich auf den Milchzusatz zurückzuführen war, benützte ich den Factor 6,46[1]). Dass auch die Berechnung der Stickstoff-Substanzen keine ganz genaue ist, dürfte kaum unbekannt sein. Wenn man noch bedenkt, wie ungenau sich die Bestimmung von kleinen Mengen der Cellulose in den »Kindermehlen« gestaltet, so wird man wohl zugeben können, dass auch beim allergenauesten Arbeiten vollständige Uebereinstimmung (100,00 %) wohl kaum zu erlangen ist. Ich habe mir nur deshalb erlaubt auf diese, im Grunde genommen, allbekannten Thatsachen hinzuweisen, weil man nicht selten sehr complicirte Analysen zu Gesichte bekommt, die ganz genau stimmen (100,00 %), bei denen dann aber der eine oder der andere Bestandtheil »aus der Differenz« bestimmt wurde, was ich so weit als möglich zu umgehen gesucht habe. Als »Extract« ist in den Proben Nr. 1 bis 11 inclusive die Summe der in Wasser löslichen Stoffe zu ver-

---

1) Siehe Beckurt's Jahresberichte über Nahrungsmittel etc. Jahrgang 1894, S. 23.

stehen, wobei die in den betreffenden Anmerkungen verzeichneten Werthe die Menge der löslichen Mineralstoffe angeben; nur bei den Nr. 12 bis 16 inclusive bedeutet »Extract« — Trockensubstanz. Diejenigen Proben, deren Asche alkalisch reagirte, haben das Zeichen °), in Fällen, wo auf Zusatz von Säuren ein starkes Aufbrausen stattfand, ist bei den betreffenden Zahlen (Gesammt-Mineralstoffe) das Zeichen °°) angebracht.

Unter »Nährstoff-Verhältnis« ist das Verhältnis der stickstoffhaltigen Bestandtheile (= 1) zu den stickstofffreien (Kohlenhydraten und Fett) gemeint, wobei das Fett, um auf den Werth der Kohlenhydrate gebracht zu werden, mit 2,5 multiplizirt ist.

IV.

Wenn wir die von uns erhaltenen Resultate mit denjenigen, die bei König[1]) angeführt sind und durch Tabelle II als Mittelwerthe hier wiedergegeben werden, vergleichen, so ist es nicht schwer zu ersehen, dass bei manchen Proben wesentliche Unterschiede in der Zusammensetzung bestehen. Wie weit dieselben auf die Untersuchungsmethoden zurückzuführen sind, oder von einem unregelmässigen Betriebe Zeugnis ablegen, wage ich nicht zu entscheiden. Was ferner die mehr oder weniger rationelle Zusammensetzung der einzelnen Surrogate anbetrifft, so muss ich es entschieden unterlassen, irgend welche Angaben in dieser Beziehung zu machen. Die verhältnismässig geringe Anzahl der untersuchten Proben hält mich von solchen Schlüssen fern. Zudem liegen fast einem jeden der untersuchten »Kindernahrungsmittel« zahlreiche ärztliche Atteste, nicht selten von Männern, deren Namen in der Wissenschaft eine hervorragende und ehrenvolle Stellung einnehmen, ausgestellt, bei. Auch kann ich vorläufig noch keine Angaben über den »Nährgeldwerth« der einzelnen Präparate machen, so sehr sich auch diese praktische und interessante Frage hier aufdrängen mag. Erst dann, wenn ich die »künstlichen Verdauungsversuche« werde abgeschlossen haben, wird es mir mit einiger Sicherheit möglich sein, ein objectiveres Urtheil

1) a. a. O., Bd. II, S. 363—365.

in dieser Beziehung abzugeben. Ich sage mit einiger Sicherheit deshalb, weil bei der Beantwortung derartiger Fragen man ausser den Resultaten der chemischen Untersuchungen, sich immer auch dessen bewusst sein, dass das Ideal der Beurtheilung im physiologischen Experimente zu suchen ist und, ferner, nicht vergessen darf, dass die in einzelnen Fällen erzielten günstigen oder ungünstigen Resultate nur mit grosser Vorsicht zu verallgemeinern sind. Wenn ich, einerseits, es vorläufig also ganz dem geneigten Leser überlassen muss, sich über die Güte der einzelnen Surrogate ein Urtheil zu fällen — und ich glaube, dass ein solches bei dem grossen Zahlenmaterial, von welchem einige doch gewiss etwas sagen, bis zu einem gewissen Grade möglich sein dürfte — so will ich, andrerseits, aber nicht versäumen, hier diejenigen Gesichtspunkte in Erinnerung zu bringen, die bei der hygienischen Beurtheilung der »Kindernahrungsmittel« maassgebend sein dürften. In dieser Beziehung kann ich, vor allen Dingen, diejenigen Gesichtspunkte anführen, welche im bekannten Buche von »Munk und Uffelmann«[1]) vertreten werden. Die genannten Autoren stellen in Bezug auf die »künstliche Kinderernährung« folgende Forderungen auf:

1. Die künstliche Nahrung soll dem Kinde die für die Erhaltung und den Aufbau seines Körpers nöthigen Nährstoffe in genügender, aber auch nicht zu reichlicher Menge darbieten;

2. sie soll diese Nährstoffe möglichst in demselben gegenseitigen Verhältnisse, wie gute Muttermilch, und

3. in möglichst ebenso leicht verdaulicher Form, wie diese enthalten;

4. sie soll auch hinsichtlich ihrer Consistenz der Muttermilch gleichen und, wie diese,

5. eine Temperatur von ca. 38°C. haben;

6. sie darf nicht neben den Nährstoffen anderweitige Stoffe enthalten, welche schädlich wirken könnten (Säuren, Infectionsstoffe, Fäulnis- und Gährungserreger, Toxine);

---

1) Munk und weiland Uffelmann, Ernährung des gesunden und kranken Menschen, S. 282—283.

7. sie muss ebenso langsam und ebenso regelmässig, wie die Muttermilch, zugeführt werden.

Soll die künstliche Ernährung, endlich, in der Praxis anwendbar sein, so muss sie leicht und rasch fertig gestellt werden können, ohne dass sie dadurch an Güte einbüsst, und muss nicht zu theuer sein. — Ausserdem will ich den Versuch machen, in Nachstehendem kurz die Bedeutung der einzelnen chemischen Bestandtheile und der physikalischen Beschaffenheit für die Beurtheilung der Kindernahrungsmittel zu besprechen. Es ist, ohne Zweifel, von grosser Wichtigkeit, wenn man das als Kindernahrungsmittel empfohlene Surrogat gründlich auf seine rein physikalischen Eigenschaften prüft, wobei man auf den Geruch, Geschmack, den Feinheitsgrad (bei Mehlen), überhaupt auf etwaige Verdorbenheit untersucht. Hierbei braucht man wohl kaum zu bemerken, dass jedes Präparat, welches in dieser Beziehung auch nur den geringsten Zweifel aufkommen lässt, vom Gebrauche ausgeschlossen werden muss. Auch ist stets auf die Art und Weise der Verpackung zu achten und schliesse ich mich in dieser Beziehung der Ansicht A. Stutzer's[1]) voll und ganz an, wenn er, der ja so viele Kindermehle untersucht hat, sagt, dass die Verpackungsart in den meisten Fällen den Anforderungen der heutigen Gesundheitspflege nicht entspricht. Wie wichtig aber eine rationelle Verpackung dieser Surrogate ist, erhellt schon daraus, wenn man bedenkt, dass diese Präparate in den kleinern Verkaufsläden oft jahrelang liegen müssen, ehe sie verkauft werden. Sehr wichtig ist ferner, dass die Büchsen etc., in denen die Kindermehle und auch die anderen als Kindernahrungsmittel empfohlenen Präparate aufbewahrt werden, all den Anforderungen entsprechen, welche die Hygiene an die Büchsen, welche zur Aufbewahrung von Conserven dienen, stellt. Hierbei könnte an Kupfer und Zinn etc. gedacht werden; bei Metallbüchsen sollte eine Einlage von Pergamentpapier nie fehlen. Was die Feuchtigkeit, resp. den Wassergehalt, speciell

---

1) Dr. Albert Stutzer, Nahrungs- und Genussmittel im Handbuche der Hygiene von Dr. Th. Weyl, Jena 1894, S. 276.

bei den Kindermehlen betrifft, so ist jedenfalls zu verlangen, dass derselbe ein geringerer sei, als bei den gewöhnlichen Mehlen (15—18%) zulässig ist. Diese Vorsicht schützt vor Verdorbensein, welchem die mehr Wasser enthaltenden Mehle eher ausgesetzt sind, als ein relativ trockenes, bei übrigen gleichen Bedingungen. Es ist ferner zu verlangen, dass die einmal geöffnete Büchse nicht an einem feuchten Orte stehen bleibe, da unter solchen Bedingungen durch Thätigkeit von Mikro-Organismen, giftige Stickstoffverbindungen (wie z. B. im Mehl aus dem Kleber) entstehen können; auch können sich die Kohlenhydrate zersetzen.

Die Menge der Mineralbestandtheile ist quantitativ und hauptsächlich auch qualitativ zu regeln. Letzteres wird besonsonders deshalb nothwendig, weil die Fabrikanten, nicht selten von rein empirischen Anschauungen ausgehend, den Präparaten die sogenannten »Nährsalze« zusetzen. Es muss entschieden verlangt werden, dass die Surrogate in der Form, wie sie dem Kinde dargereicht werden, nicht mehr Mineralstoffe (Salze) enthalten, als in der Frauenmilch durchschnittlich enthalten sind, denn es ist durch Uffelmann[1]) der Beweis erbracht, dass die Salze der Kuhmilch z. B. vom Kinde nur zu 45—57% ausgenützt werden (die Kalksalze nur zu 30%), was eben in dem grösseren Gehalte der Kuhmilch an Mineralstoffen, gegenüber der Frauenmilch, seine Erklärung findet, da die Salze der Frauenmilch, nach demselben Autor, bis zu 90% ausgenützt werden.

Eine genaue Untersuchung der Asche auf die einzelnen (wenigstens auf die hauptsächlichsten) Bestandtheile ist bei Untersuchungen, die auf wissenschaftliche Bedeutung Anspruch machen, nicht zu umgehen. Verfügt man bei einem Surrogate über eine vollständige Aschen-Analyse, so kann man die Resultate derselben auch noch gewissermaassen zur Feststellung der Natur des Surrogates (natürlich nur als Hilfsmittel mit den andern bekannten Daten) benützen, wenn hierbei E. Wolff's[2])

1) Munk und weiland Uffelmann, Ernährung des gesunden und kranken Menschen, S. 273, 285.

2) E. Wolff, Aschenanalysen, I. Th. (Berlin 1871), II. Th. (Berlin 1880).

vortreffliche Zusammenstellung von Aschen-Analysen als Vergleichsmaterial zu Rathe gezogen wird.

Im Betreffe des Fettes und der Stickstoffsubstanzen, die in den Kindernahrungsmitteln unbedingt in einem richtigen Verhältnisse vorhanden sein sollen, wäre zu bemerken, dass die Bestimmung derselben uns nicht selten wichtige Hinweise auf die Herstellungsweise des betreffenden Präparates geben kann; so wissen wir, dass Präparate, die Leguminosenmehl enthalten, relativ reich an Stickstoffsubstanzen sind. Auch ist es sehr wichtig — bei der Bestimmung des »Nähr- und Nährgeldwerthes« unbedingt nothwendig — die Menge des durch künstlichen Magensaft verdaulichen Stickstoffs zu ermitteln.[1]) Ebenso kann uns der Fettgehalt eines Kindermehles, im Zusammenhange mit anderen Bestandtheilen, einen Hinweis auf den geschehenen grösseren oder geringeren Milchzusatz liefern, denn die zur Kindermehl-Bereitung verwendeten Mehle sind grösstentheils arm an Fett. Was das letztere anbetrifft, so ist auch darauf zu achten, dass das in den Surrogaten enthaltene Fett nicht zersetzt sei, was nicht schwer am ranzigen Geruche des Präparates zu constatiren sein wird. Ich will aber hier gleich bemerken, dass wir über die verschiedenen Pflanzenfette noch nicht genügend aufgeklärt sind, und dass daher etwaige Ranziditäts-Bestimmungen etc., wie ich sie z. B. anfangs bei meiner Arbeit ausführte, in Ermangelung des nöthigen Vergleichsmaterials erheblich am Werthe einbüssen.

Von grosser Wichtigkeit ist die Bestimmung der Kohlenhydrate in den Kinder-Nahrungsmitteln, besonders der in Wasser löslichen Kohlenhydrate; denn die Kohlenhydrate sind es ja, die in den meisten Kindernahrungsmitteln gerade den am wenigsten den physiologischen Anforderungen des kindlichen Organismus entsprechenden Bestandttheil ausmachen. Der Grund liegt hauptsächlich darin, dass die »Kindermehle« den grössten Theil der Kohlenhydrate in einer solchen Form enthalten, die vom kindlichen Organismus, besonders vom Säuglinge, entweder

---

1) Ueber »fractionirte Verdauungsversuche« mit einigen Kindernahrungsmitteln werde ich demnächst berichten.

gar nicht oder nur zu sehr geringem Theile ausgenützt wird. Während die Kohlenhydrate der Frauen- und Kuhmilch vom kindlichen Organismus zu 100%[1]) ausgenützt werden, ist dieses mit den in den Kindermehlen enthaltenen meistentheils nur in sehr geringem Maasse der Fall und zwar deshalb, weil dieselben, wie soeben bemerkt wurde, in den meisten Fällen hauptsächlich unlösliche Kohlenhydrate enthalten. Ausserdem haben wir schon oben gesehen (Seite 127), dass der kindliche Organismus, dank gewissen anatomischen und physiologischen Eigenthümlichkeiten, in den ersten drei Lebensmonaten nur sehr spärlich die Kohlenhydrate assimiliren kann. Je mehr also ein Surrogat von den »unlöslichen Kohlenhydraten« enthält, welche nicht selten im Säuglingsmagen Anlass zu saurer Gährung (Essig-, Milch-, Buttersäure-Bildung[2]) geben und so leicht Magen- und Darmkatarrh hervorrufen, desto schlechter wird dasselbe vom kindlichen Organismus, unter andern gleichen Bedingungen, ausgenützt. Doch auch die löslichen Kohlenhydrate sind nur bis zu einem gewissen Grade zulässig. So wirkt die mit Rohrzucker versehene condensirte Milch nach den Angaben, die bei Munk und Uffelmann[3]) gemacht sind, ungünstig auf die Gesundheit der Kinder ein, und wird dieses Surrogat ferner angeschuldigt, bei längerem Gebrauche Darmkatarrh und Rhachitis hervorzurufen, was man u. A. mit der Bildung von Milchsäure aus dem Zucker in Zusammenhang bringen will. Ueber einige Arbeiten, die Ausnützung der verschiedenen Zuckerarten betreffend, wird von Soxhlet berichtet.[4]) Es erübrigt noch im Betreffe der Cellulose darauf hinzuweisen, dass dieselbe natürlich kein gern gesehener Bestandtheil aller dieser Surrogate ist, wenn man auch wohl annehmen darf, dass die geringen Mengen, die ja bei den Kindermehlen nur in Betracht kommen, jedenfalls hygienisch

---

1) Munk und Ewald, a. a. O., S. 273 u. 285.

2) Munk und Ewald, a. a. O., S. 301.

3) Dasselbe, S. 298.

4) F. Soxhlet, Die chemischen Unterschiede zwischen Kuh- und Frauenmilch etc., München 1893. Daselbst auch Angaben über Albertoni's neuere Arbeiten, die Sonderstellung des Milchzuckers hinsichtlich seines Verhaltens im Organismus betreffend.

ohne Belang sein dürften. Von einer Falsification der Kindernahrungsmittel wird, wenn wir von der vielleicht noch hie und da vereinzelt geübten Anwendung der Conservirungsmittel, die nach den allgemeinen Grundsätzen der Hygiene zu beurtheilen wären, absehen, wohl kaum die Rede sein können. Grösstentheils ist es die Unwissenheit der Fabrikanten, welche häufig so verkehrte (in physiologischer Beziehung) Producte entstehen lässt.

Wohl aber dürfte es in dem einen oder anderen Falle interessiren zu wissen, wieviel Milchzusatz z. B. ein Surrogat erfahren hat. In diesem speciellen Falle verfährt man, nach den Angaben Fr. Hoffmann's[1]), so, dass man, von dem Gedanken ausgehend, dass die Kindermehle sämmtlich arm an Fett sind, den Fettgehalt der betreffenden Probe berücksichtigt, indem man annimmt, dass ein Kindermehl mit beispielsweise 3 bis 4% Fett auf je 100 Theile einen Zusatz von 80—96 Theilen frischer Milch oder circa 10 Theilen trockener Milch erfahren habe. In ähnlicher Weise kann denn auch der Milchzuckergehalt zur Orientirung dienen (5 Theile Milchzucker = ungefähr 100 Theilen Milch), wobei allerdings zu berücksichtigen wäre, dass auch bei der Zubereitung einiger Präparate Dextrose entstehen kann. — Zum Schlusse kann ich es nicht verschweigen, dass in der speciellen Literatur die Angaben über die Beurtheilung und Untersuchung der Kindernahrungsmittel noch äusserst lückenhaft und unvollständig sind, was mich auf nachsichtige Beurtheilung dieser Zeilen hoffen lässt. Man darf aber wohl annehmen, dass diesem wichtigen Kapitel der Ernährungsfrage, in voller und richtiger Anerkennung der Interessen der heranwachsenden Generation, volle Aufmerksamkeit seitens der Hygieniker zu Theil werden wird; denn, wenn es irgend wo angezeigt ist, die Fabrikation eines Productes in sanitärer Hinsicht zu überwachen, so ist es bei der Herstellung der Kindernahrungsmittel der Fall, da es, in der That, erstaunlich ist, wie auch A. Stutzer[2]) sagt, »wie viel in Bezug auf die Herstellung der Kindernahrungs-

1) König, op. cit., Bd. II, S. 367.

2) A. Stutzer, Nahrungs- und Genussmittel, S. 274.

mittel seitens der Fabrikanten gesündigt wird, und wie unzweckmässig und verkehrt, in physiologischer Beziehung, die Zusammensetzung derselben nicht selten ist.«

Es erübrigt mir noch die höchst angenehme Pflicht, Herrn Professor K. B. Lehmann für die grosse Freundlichkeit, mit welcher er mir sein Laboratorium zur Verfügung stellte, an dieser Stelle öffentlich meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen. Ich verfehle nicht auch darauf hinzuweisen, dass Herr Professor Lehmann mir in manchen Fragen mit seinem Rathe auf's Freundlichste beigestanden und auf mich anregend eingewirkt hat, was ich dankend hervorheben will.

Ueber die Ausnützung der sogenannten „Kuttelflecke" im Darmcanal des Menschen.

Von

Dr. P. Solomin.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Die Lehre von der Ernährung stützt sich hauptsächlich auf experimentelle Arbeiten, welche den Stoffwechsel im allgemeinen und die Ausnützung verschiedener Nahrungsmittel im Besonderen betreffen. Trotz der zahlreichen Untersuchungen aber, welche über die Ausnützbarkeit von Nahrungsmitteln der verschiedensten Zusammensetzung vorliegen, haben wir einen klaren Einblick in die Ursachen der höchst ungleichen Ausnützung derselben Nahrungstoffe in verschiedenen Nahrungsmitteln nicht gewinnen können. Darauf weist auch Rubner zum Schluss seiner umfassenden Arbeit »Ueber die Ausnützung einiger Nahrungsmittel im Darmkanal des Menschen« nachdrücklich hin, wobei er gleichzeitig einige Momente betont, die unsere Erkenntnis auch in dieser Richtung fördern, ohne, wie gesagt, die Ursachen vollständig aufzuklären. Unter diesen Umständen kann nach wie vor die chemische Analyse eines Nahrungsmittels nicht genügen, wenn es sich um die Beurtheilung seiner Ausnützbarkeit handelt, es muss vielmehr auf alle Fälle das physiologische Experiment hinzukommen. Damit war

1) Zeitschr. f. Biologie, XV, S. 201.

der Weg vorgezeichnet, den ich einschlagen musste, um die Ausnützbarbeit der Kuttelflecke[1]) des Genaueren festzustellen. In vielen Gegenden von Süddeutschland und Oesterreich werden die Kuttelflecke von den ärmeren Volksklassen ihrer Billigkeit wegen gern und viel gegessen, aber auch die Wohlhabenderen verschmähen ihren Genuss nicht, da sie sich sehr schmackhaft zubereiten lassen. Das Studium der Ausnützbarkeit der Kuttelflecke im Darmkanal des Menschen schien nun in zweifacher Hinsicht Interesse zu bieten, erstens wegen der genannten vielfachen Verwendung als Nahrungsmittel, zum Zweiten aber weil sie ihren Stickstoff nur zum geringeren Theil in Form von Eiweiss enthalten; denn sie bestehen ausser aus Fett und glatter Muskulatur hauptsächlich aus Bindegewebe.

Wenn es auch wünschenswerth gewesen wäre, die Versuche unter ausschliesslicher Zufuhr von Kuttelflecken durchzuführen, so war es auf der anderen Seite doch nicht leicht, eine Person zu finden, die sich dieser Anforderung unterworfen hätte. Wir haben es daher vorgezogen, neben Kuttelflecken auch noch Brot und Butter zu reichen und in einer zweiten Versuchsreihe die Kuttelflecke durch eine entsprechende Fleischmenge zu ersetzen, während die Zukost dieselbe blieb. Auf die Weise erhielten wir zwei Versuchsreihen deren Resultate sich gut vergleichen liessen, und bei denen vor Allem über die Deutung etwa sich ergebender Verschiedenheiten in der Ausnützung kein Zweifel aufkommen konnte. Diese Versuchsanordnung bietet aber noch überdies den Vortheil, dass sie den natürlichen Ernährungsverhältnissen der Versuchsperson am besten gerecht wird.

Einige Schwierigkeiten machte nur die Feststellung der entsprechenden Menge von Kuttelflecken, d. h. derjenigen Quantität, welche namentlich in Rücksicht auf den Ausnützungs-

1) Unter »Kuttelflecken« versteht man in Süddeutschland und Oesterreich den in längliche Stückchen zerschnittenen Magen des Rindes, in manchen Gegenden werden auch Theile des Darmes gleicher Weise in Stückchen geschnitten und als Kuttelflecke bezeichnet. In Norddeutschland sind es fast ausschliesslich Darm und Netz, die auf ähnliche Weise zubereitet, unter dem Namen »Kaldaunen« Verwendung finden.

versuch als Aequivalent der gereichten Fleischmenge angesehen werden dürfte. Wollte man dieser Berechnung den Stickstoffgehalt zu Grunde legen, so müsste man von den Kuttelflecken eine anderthalb Mal so grosse Quantität als vom Fleisch geben. Wir haben daher unter Berücksichtigung aller Factoren die Trockensubstanz als Basis genommen und dürften so das Richtige getroffen haben.

Als Versuchsperson diente ein Laboratoriumsdiener F., 27 Jahre alt, gesund und kräftig, der im Institutsgebäude wohnte, was die exacte Durchführung der Versuche in Rücksicht gewissenhafter Aufsammlung von Harn und Fäces am Besten ermöglicht.

Von den Kuttelflecken wurden die für jeden der drei Versuchstage bestimmten Mengen — 1000 g für den ersten, 900 g für den zweiten und 900 g für den dritten Tag — von Anfang an abgewogen, gut gewaschen und im Eisschrank aufbewahrt. Jede Portion wurde tags vorher 12 Stunden lang mit einem Liter Wasser und der zugehörigen Menge Salz gesotten. Dieses lange Kochen ist nothwendig, um die Kuttelflecke weich und geniessbar zu machen und entspricht der üblichen Bereitungsweise. Am Versuchstag selbst wurde dann für jede Mahlzeit die entsprechende Menge Kuttelflecke mit dem nöthigen Zusatz von Butter, Fett und Mehl frisch zubereitet. Die während des ganzen Tages verzehrte Menge entsprach genau dem oben angegebenen Gewicht, während für die einzelnen Mahlzeiten die Portionen nicht ängstlich genau abgewogen wurden. Die Vertheilung war folgende:

Um 10 Uhr morgens erhielt die Versuchsperson 250 g Kuttel und 100 g Brot, um 2 Uhr Mittag 500 g Kuttel, 150 g Brot und $\frac{1}{2}$ l Bier, um 5 Uhr Nachmittag 100 g Brot und 25 g Butter, endlich um 7 Uhr Abend 250 g Kuttel, 100 g Brot und $\frac{1}{2}$ l Bier. Am zweiten und dritten Tag war die Anordnung dieselbe, nur wurde morgens um 100 g Kuttel weniger gegeben, also für den ganzen Tag statt 1000 g Kuttelflecke nur 900 g. Ueberdies wurden am zweiten Tag ausser der gewöhnlichen Würzung mit Salz und Pfeffer noch 5 g Zucker und 15 g Essig verbraucht.

Während der dreitägigen Fleischperiode wurden täglich gereicht: Um 10 Uhr 150 g Fleisch und 100 g Brot, um 2 Uhr 400 g Fleisch, 150 g Brot und 1/2 l Bier, um 5 Uhr 100 g Brot und 25 g Butter, um 7 Uhr 250 g Fleisch, 100 g Brot und 1/2 l Bier. Ausserdem wurde täglich je 25 g Butter, 30 g Mehl und 10 g Salz für die Zubereitung verbraucht, ebenso wie in der vorangegangenen Kuttelperiode. (Die genauen Zahlenangaben sind aus den Tabellen ersichtlich.)

Die Abgrenzung des Kothes erfolgte mit Milch nach den Vorschriften, die Rubner[1]) darüber gegeben. Dabei muss bemerkt werden, dass die Abgrenzung auf diese Weise im allgemeinen sehr gut gelang, nur der erste Kuttelkoth konnte vom Milchkoth nicht ganz scharf abgegrenzt werden; er wurde deshalb nur in die Bestimmung der Menge und der Trockensubstanz einbezogen und zur Feststellung des Stickstoffgehaltes nicht mitverwendet. Am 11. Februar wurden 2 l Milch gereicht. Darauf folgte die dreitägige Kuttelperiode, dann kam am 15. Februar wieder ein Milchtag und im directen Anschluss daran die dreitägige Fleischperiode, worauf zur Abgrenzung des letzten Fleischkothes die ganze Versuchsreihe mit einem letzten Milchtag — am 19. Februar — ihren Abschluss fand.

Die Nahrungsmittel wurden durch genaue eigene Analysen auf ihre Zusammensetzung untersucht und ihr Gehalt an Trockensubstanz, Stickstoff-, Fett- und Asche-Bestandtheilen ermittelt; in gleicher Weise wurden Analysen des Kothes ausgeführt. Im Harn wurden überdies der Gesammtstickstoff, ferner Cl und P_2O_5 fortlaufend bestimmt. Nach der ganzen Anlage des Versuches — der ja kein Stoffwechselversuch sein sollte — konnte es sich dabei nur um eine Controle der Eiweisszersetzung in jeder Versuchsperiode handeln, ohne dass besondere Schlüsse, welche den Stoffwechsel betreffen, daraus gezogen werden können.

Ueber die Methodik der Untersuchung ist wenig zu bemerken. Die Stickstoffbestimmungen wurden immer in der Trockensubstanz vorgenommen und zwar nach Kjeldahl mit den

1) a. a. O., S. 119.

bewährten Modificationen von Argutinsky.[1]) Das überdestillirende Ammoniak wurde in einer etwa 4procentigen Schwefelsäure aufgefangen, deren Gehalt an H_2SO_4 gewichtsanalytisch festgestellt war, zum Zurücktitriren wurde eine Barytlösung verwendet, von der etwa vier Volumina einem Volumen der Schwefelsäurelösung entsprachen. Die Fettbestimmungen geschahen mit dem Soxhlet'schen Extractionsapparat bis zur Erschöpfung der Substanz. Die einzelnen Kothportionen wurden sogleich nach dem Absetzen frisch gewogen, dann auf dem Wasserbad, später im Trockenschrank bei 100° C. bis zur Gewichtsconstanz getrocknet. Nachdem solchergestalt das Gewicht jeder einzelnen Kothportion ermittelt war, wurden die zu einer Versuchsreihe gehörigen möglichst fein gerieben und gut vermischt. Diesem Gemenge nun wurden die für die chemische Analyse nöthigen Mengen entnommen. Die analytischen Belege finden sich anhangsweise zusammengestellt.

Ich lasse nunmehr die Tabelle, welche ziffernmässig den Verlauf der ersten Versuchsreihe illustrirt, folgen. (Siehe Tabelle I auf S. 182.)

Aus diesen Zahlen lässt sich zwar nicht die Ausnützung der Kuttelflecke allein beurtheilen, wohl aber die Ausnützung der in der Kuttelperiode gereichten Nahrung. Der Verlust durch den Koth stellt sich in Procenten folgendermaassen:

an Trockensubstanz 6,5 %
» Stickstoff . . . 10,8 »
» Fett . . . . . 4,6 »
» Asche . . . . 18,3 » (bezw. 37,5 %).

Das Körpergewicht betrug bei Beginn des Versuches, am 12. Februar, 76100 g und am 15. Februar 75600 g, sodass in der Kuttelperiode ein Gewichtsverlust von 500 g zu verzeichnen ist. Die Menge der zersetzten Eiweisssubstanz blieb dabei geringer als der zugeführten Stickstoffmenge entsprach. Der Koth der Kuttelperiode — 431,4 g frischer Koth = 108,4 g trocken = 25,1 % — wurde in fünf Portionen abgesetzt, die letzte

1) Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 46, S. 581.

Kothentleerung erfolgte am 16. morgens, also am ersten Tag der Fleischperiode. Der Koth war von lehmartiger Farbe, normaler Consistenz und zeigte mehr weniger knollige Beschaffenheit.

Die Versuchsergebnisse der Fleischperiode stellen sich folgendermaassen dar. (Siehe Tabelle II auf S. 183.)

Darnach betrug der Verlust von 100 g der eingeführten Trockensubstanz und der einzelnen Nahrungsstoffe im Darmkanal in dieser Versuchsperiode:

an Trockensubstanz	6,2 %	
» Stickstoff . . .	9,7 »	
» Fett	4,0 »	
» Asche	11,5 »	(bezw. 18,7 %).

Das Körpergewicht betrug am ersten Versuchstag 74900 g, nach Abschluss dieser Periode bezw. der ganzen Versuchsreihe 74140 g, der Verlust an Körpergewicht in der zweiten Periode also 660 g, während der ganzen Versuchsdauer aber rund 2 kg.

Der Koth der Fleischperiode — 560,0 g frischer Koth = 99,75 g trocken = 17,8 % — wurde in drei Portionen abgesetzt. Dabei ist zu bemerken, dass die Hauptmenge — 519 g —, welche am letzten Versuchstag abends unter plötzlichem Stuhldrang entleert wurde, nur zum Theil von normaler Consistenz war, zum andern Theil breiig. Veranlassung zu dieser voluminösen Darmentleerung gab vermuthlich eine grössere Menge kalten Wassers, welche die Versuchsperson im Laufe des Nachmittags getrunken hatte. Unveränderte Gallenfarbstoffe liessen sich in diesem Fäces nicht nachweisen, von einer diarrhöischen Stuhlentleerung kann also nicht wohl die Rede sein. Der nächste Koth, der erst am 20. Februar, also zwei Tage nach Abschluss der Fleischperiode abgesetzt wurde, hatte wieder durchaus normale Beschaffenheit.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine vergleichende Zusammenstellung der Ergebnisse beider Versuchsperioden. (Siehe Tabelle III auf S. 184.)

Tabelle I.

Einnahmen.

Datum	Kuttelfleck					Brot				Butter			Mehl				Kochsalz
	frisch	trocken	Stickstoff	Fett	Asche	frisch	trocken	Stickstoff	Asche	frisch	trocken	Fett	frisch	trocken	Stickstoff	Asche	
12. Febr.	1000	231,5	20,91	88,20	2,89	450	250,9	3,72	6,99								
13. »	900	208,4	18,82	79,38	2,60	450	250,9	3,72	6,99								
14. »	900	208,4	18,82	79,38	2,60	450	250,9	3,72	6,99								
Summe	2800	648,4	58,55	246,97	8,10	1350	752,8	11,17	20,97	152	130,39	130,32	111,5	102,82	1,89	0,65	31,0
im Tag	933	216,4	19,51	82,32	2,70	450	250,9	3,72	6,99	50,66	43,44	43,44	37,16	34,27	0,46	0,21	10,33

Ausgaben.

a) im Koth

Datum	frisch	trocken	Stickstoff	Fett	Asche
12. II., 5 Uhr abends	27,5	6,7			
13. II., 11 Uhr Vorm.	77,8	21,9			
14. II., 5 Uhr abends	141,0	34,0			
15. II., 1 Uhr mittags	44,1	12,4			
16. II., Früh . . .	141,0	38,4			
Summe	431,4	108,4	7,705	17,445	11,171

b) im Harn

Datum	Harnmenge in ccm	Stickstoff	ClNa	P_2O_5
13. Februar	1285	16,3175	19,616	3,405
14. »	1490	16,5232	22,648	3,501
15. »	1535	22,3174	23,946	3,591
Summe	4310	55,1781	66,210	10,497

Tabelle II.

Einnahmen.

Datum	Fleisch					Brot				Butter			Mehl				Kochsalz
	frisch	trocken	Stickstoff	Fett	Asche	frisch	trocken	Stickstoff	Asche	frisch	trocken	Fett	frisch	trocken	Stickstoff	Asche	
16. Febr.	800	189,4	24,36	27,62	8,36	450	250,9	3,72	6,99								
17. »	800	189,4	24,36	27,62	8,36	450	250,9	3,72	6,99								
18. »	800	189,4	24,36	27,62	8,36	450	250,9	3,72	6,99								
Summe	2400	568,3	73,10	82,86	25,09	1350	752,8	11,17	20,97	172	147,47	147,47	96,4	88,90	1,20	0,56	28,8
im Tag	800	189,4	24,36	27,62	8,36	450	250,9	3,72	6,99	57,33	49,15	49,15	32,1	29,63	0,40	0,18	9,6

Ausgaben.

Datum	a) im Koth					Datum	b) im Harn			
	frisch	trocken	Stickstoff	Fett	Asche		Harnmenge in ccm	Stickstoff	Na Cl	P_2O_5
18. II., 3 Uhr Nachm.	12,5	4,8				17. Februar	1270	20,7194	11,112	4,838
18. II., 10 Uhr abends	519,5	86,25				18. »	1835	25,8048	11,947	4,632
20. II., 8 Uhr morgens	28,1	8,7				19. »	1550	24,3528	18,290	4,371
Summe	560,1	99,75	8,1972	9,2998	8,7361			70,877	41,357	13,841

Tabelle III. **Vergleichende Zusammenstellung.**

Zeit	Kost	Einnahmen: Trocken-substanz	Einnahmen: Stickstoff	Einnahmen: Fett	Einnahmen: Asche	Ausgaben: Frischer Koth	Ausgaben: Trocken-substanz	Ausgaben: Stickstoff	Ausgaben: Fett	Ausgaben: Asche	Ausgaben: Stickstoff im Harn	Ausnutzung von 100 Theilen: Trocken-substanz	Ausnutzung von 100 Theilen: Stickstoff	Ausnutzung von 100 Theilen: Fett	Ausnutzung von 100 Theilen: Asche
Vom 12. Febr. bis 14. Febr.	Kuttelflecke 2800 g Brot . . . 1350 » Butter . . 152 » Mehl . . . 111,5 » Salz . . . 31 »	1665,41	71,12	377,2	60,77 nach Abzug des NaCl 29,77	431,4	108,4	7,70	17,4	11,17	55,1	93,49	89,16	95,36	81,61 bezw. 62,5
Vom 16. Febr. bis 18. Febr.	Fleisch . . 2400 g Brot . . . 1350 » Butter . . 172 » Mehl . . 96,4 » Salz . . . 28,8 »	1586,22	85,47	230,29	75,43 nach Abzug des ClNa 46,63	560,1	99,75	8,19	9,29	8,73	70,8	93,71	90,41	95,96	88,41 bezw. 81,7

Daraus geht hervor, dass im Grossen und Ganzen wesentliche Unterschiede in der Ausnützung der Kuttelflecke und des Fleisches sicherlich nicht vorhanden sind. Berücksichtigt man, dass während der Fleischperiode einmal infolge verstärkter Peristaltik eine breiige, ausgiebige Kothentleerung — 519 g mit nur 86 g Trockensubstanz = 16,6 % — erfolgte, so wird man immerhin den Schluss ziehen dürfen, dass die Ausnützung aller Nahrungsstoffe in dieser Periode eine, wenn auch nur unerheblich bessere war als in der Kuttelfleckperiode. Erheblich ist nur die besondere Ausnützung der Aschebestandtheile in der Fleischperiode. Die Kuttelflecke enthalten 1,25% Asche in der Trockensubstanz, das Fleisch dagegen 4,46 % Asche, dem-

gemäss betrug die in der Kuttelfleckperiode zugeführte Aschenmenge 29,77 g, in der Fleischperiode hingegen 46,63 g, wenn man den Ausführungen Rubner's folgend das zur Bereitung der Speisen zugesetzte Kochsalz von der Asche der Einnahmen in Abzug bringt. Im Koth fanden sich in der ersten Periode wieder 11,17 g Asche, in der Fleischperiode 8,73 g. Es gingen sonach in der Kuttelfleckperiode 37,5 % der Asche der eingeführten Nahrung zu Verlust, in der Fleischperiode hingegen nur 18,7 %. Rechnet man, wie das in den Tabellen geschehen ist, das zur Bereitung der Speisen verwendete Kochsalz der Asche zu, dann erscheint der Unterschied in der Aschenausnützung nicht so auffallend. Der Verlust der Asche beträgt bei dieser Berechnung in der Kuttelfleckperiode 18,3 %, in der Fleischperiode 11,5 %, immerhin also noch eine recht erhebliche Differenz zu Gunsten einer besseren Ausnützung der Aschenbestandtheile in der Fleischperiode. Es muss aber betont werden, dass die Vergleichung der Gesammtasche der Speisen und des Kothes keine richtige Vorstellung von der Ausnützung der Aschenbestandtheile des ersteren gibt. Die Verhältnisse können vielmehr ganz anders liegen als die Zahlen zu beweisen scheinen. Ich verweise diesbezüglich auf die ausführliche Begründung, welche Rubner[2]) diesem Gegenstand in der mehrfach angeführten Arbeit widmet.

Erwähnenswerth scheint noch, dass wie ein Blick in die Tabellen lehrt, in der Kuttelfleckperiode die Menge der Chloride im Harn eine sehr viel grössere war als in der Fleischperiode, was zweifellos mit dem grösseren Reichthum der Kuttelflecke (Magenschleimhaut etc.) an Chloridverbindungen zusammenhängt. Hingegen war die Phosphorsäuremenge, die mit dem Harn ausgeschieden wurde, während der Fleischperiode nicht unerheblich grösser als in der Kuttelperiode, was wiederum dem grösseren Reichthum des Fleisches an phosphorsauren Salzen entspricht. Endlich möchte ich noch einen Umstand hervorheben, der zwar

1) a. a. O., S. 179.

1) a. a. O., S. 187.

für Beurtheilung der Ausnützung nicht von erheblichem Belang ist, dafür aber in anderer Hinsicht in Betracht gezogen zu werden verdient, nämlich das Verhalten der Darmfäulnis. Soweit der Grad der Darmfäulnis aus dem Indicangehalt des Harns beurtheilt werden kann, ergab die fortlaufende Untersuchung des Harns während der Kuttelfleckperiode und der Fleischperiode keinen Unterschied in dieser Richtung. An den Milchtagen sank, wie zu erwarten, der Indigogehalt des Harns erheblich ab.

Alles in allem genommen beweisen die geschilderten Versuche, dass die Ausnützung der Kuttelflecke im Darmkanal des Menschen eine durchaus befriedigende ist.

Analytische Belege.

Kuttelflecke.

a) Trockensubstanz. 21,968 g frische Substanz anhaltend getrocknet = 5,132 g, fein zerrieben und bis zum constanten Gewicht weiter getrocknet { 1,6085 = 1,596 trocken = 23,1796 / 1,521 = 1,5065 » = 23,1375 } 23,159%.

b) Stickstoff { 0,369 trocken = 32,83 mg N = 8,897 / 0,339 » = 31,15 » » = 9,190 } 9,0436%.

Die frischen Kuttelflecke enthalten im Mittel 2,0944% N.

c) Fett { 4,918 frische Substanz = 0,412 = 8,3774 / 3,845 » » = 0,338 = 9,2636 } 8,8205%.

d) Asche { 0,813 trocken = 0,010 = 1,23 / 0,5115 » = 0,0065 = 1,27 } 1,25%.

Die frischen Kuttelflecke enthalten im Mittel 0,2896% Asche.

Fleisch.

a) Trockensubstanz. 18,069 frisches Fleisch bei noch anhaltendem Trocknen = 4,298 { 0,7405 zum constanten Gewicht getrocknet = 0,737 / 0,729 » » » » = 0,726.

Im Mittel 23,6811% Trockensubstanz.

b) Stickstoff { 0,1892 trock. Fleisch = 24,84 mg N = 3,1092 / 0,2361 » » = 29,77 » » = 2,9826 } 3,0459%.

c) Fett { 7,059 frisches Fleisch = 0,236 = 3,40 / 2,728 trockenes » = 0,402 = 3,5053 } 3,4526%.

d) Asche $\left\{\begin{array}{l} \text{0,488 trockenes Fleisch} = 0{,}021 = 4{,}3033 \\ \text{0,318 » »} = 0{,}0144 = 4{,}5289 \end{array}\right\}$ 4,416%.

Brot.

a) Trockensubstanz $\left\{\begin{array}{l} \text{9,775 frisches Brot} = \text{5,490 trocken} = 56{,}1636\% . \\ \text{9,929 » »} = \text{5,497 »} = 55{,}363\% . \end{array}\right.$

Mittel = 55,7633%.

b) Stickstoff $\left\{\begin{array}{l} \text{0,704 trock. Brot} = \text{11,05 mg N} = 1{,}5703 \\ \text{0,571 » »} = \text{9,71 » »} = 1{,}7005 \end{array}\right\}$ 1,635%.

N im frischen Brot = 0,8275%.

c) Asche $\left\{\begin{array}{l} \text{1,043 trockenes Brot} = 0{,}0155 = 1{,}486 \\ \text{0,740 » »} = 0{,}012 = 1{,}621 \end{array}\right\}$ 1,5538%.

Butter.

9,964 frische Butter = 8,543 trocken = 85,7386%.

Mehl.

a) Trockensubstanz. 4,321 frisches Mehl = 3985 trocken = 92,2242%.

b) Stickstoff. 0,961 trockenes Mehl = 12,02 mg N = 1,2508%.

c) Asche $\left\{\begin{array}{l} 0{,}320 = 0{,}002 = 0{,}625 \\ 0{,}762 = 0{,}003 = 0{,}656 \\ 1{,}165 = 0{,}0055 = 0{,}472 \end{array}\right\}$ 0,584%.

Faeces.

A. Kuttelfleckperiode.

a) Trockensubstanz

Nr. 1	27,5	frischer	Koth	= 6,7	trocken
» 2	77,8	»	»	= 21,9	»
» 3	141,0	»	»	= 34,0	»
» 4	44,1	»	»	= 12,4	»
» 5	141,0	»	»	= 33,4	»
	431,4	frischer	Koth	= 108,4	trocken.

b) Stickstoff $\left\{\begin{array}{l} \text{1,539 trockener Koth} = 7{,}205 \\ \text{1,140 » »} = 7{,}082 \\ \text{0,714 » »} = 7{,}0378 \end{array}\right\}$ 7,1083%.

c) Fett $\left\{\begin{array}{l} \text{5,330 trocken} = 0{,}959 = 17{,}204 \\ \text{7,135 »} = 1{,}133 = 15{,}8795 \end{array}\right\}$ 16,5392%.

d) Asche $\left\{\begin{array}{l} \text{1,050 trocken} = 0{,}111 = 10{,}5714 \\ \text{0,996 »} = 0{,}100 = 10{,}0401 \end{array}\right\}$ 10,3052%.

B. Fleischperiode.

a) Trockensubstanz

Nr. 1	12,5 frischer Koth	=	4,8 trocken
» 2	256,0 » »	=	36,5 »
	262,7 » »	=	49,7 »
» 3	28,1 » »	=	8,7 »
	560,1 frischer Koth	=	99,75 trocken

b) Stickstoff

0,976 trock. Koth	= 77,72 mg N	= 7,963	8,2178 %.
0,853 » »	= 74,03 » »	= 8,689	
0,874 » »	= 70,01 » »	= 8,010	

c) Fett

7,552 trockener Koth	= 0,727	= 9,6265	9,323 %.
5,732 » »	= 0,517	= 9,0195	

d) Asche

1,170 trockener Koth	= 0,103	= 8,803	8,758 %.
0,9985 » »	= 0,087	= 8,713	

Betrachtungen zur Frage der Abwasserreinigung.

Von

Gustav Grether,
aus Thumringen.

Eine der wichtigsten Aufgaben der socialen Hygiene, die zur Erhaltung der Gesundheit des Einzelnen wie der Gesammtbevölkerung wesentlich beiträgt, ist eine rationell eingerichtete und durchgeführte Beseitigung der Abfallstoffe und Schmutzwässer und die damit verbundene Reinerhaltung des Bodens.

Zu diesem Zwecke übergaben schon im Alterthum die meisten grossen Städte die Schmutzstoffe und Abwässer den Flüssen, so finden wir in Rom, Babylon und einigen Städten Aegyptens Ueberreste einer systematisch geordneten Canalisation.

Früher liess man die Canäle der Schwemmcanalisation ohne Weiteres in die Flüsse münden, erst in den letzten Jahrzehnten mit der Kenntnis einiger Infectionskrankheiten und deren Entstehungsursachen hat man begonnen, diesen Zuständen grössere Aufmerksamkeit zu schenken. Wenn man die einzelnen Flüsse an ihrem Oberlauf und Unterlauf einer Vergleichung unterzieht, so findet man, dass eine Verunreinigung unzweifelhaft stattfindet. Das Bestreben des Staates geht nun dahin, den Fluss möglichst rein zu erhalten, weil dessen Wasser sehr oft zu Trinkwasser und Nutzzwecken verwendet wird.

Die Behandlung des Abwassers vor Einleitung in den Fluss ist eine für die öffentliche Gesundheitspflege ungemein wichtige Angelegenheit, für die Stadtverwaltung eine Frage von grosser

finanzieller Tragweite. Fast allgemein ist man heute der Anschauung, dass die Abwässer einer Stadt nicht in beliebiger Form einem Flusse übergeben werden dürfen, sondern dass dieselben auf irgend einer Weise behandelt werden müssen, um eine Flussverunreinigung möglichst auszuschliessen.

In gewissem Sinne wirkt schon eine geordnete Canalisation darauf hin, dass überhaupt ein Canalwasser von möglichst indifferenter Beschaffenheit entsteht. Die Maassnahmen für die Reinerhaltung der Siele, die reichliche Spülung, die baldige Beseitigung der Abgänge in möglichst wenig fortgeschrittener Fäulnis und die rasche Fortführung der Meteorwässer wirken in dieser Weise.

Die einfachsten Ansprüche, welche erhoben werden, gehen dahin, dass man wenigstens die Schwemmstoffe zu entfernen bestrebt ist, wozu mannigfache Einrichtungen getroffen worden sind. Eine solche Beseitigung der Schwemmstoffe wirkt nicht nur hinsichtlich der Verbesserung des Aussehens des Abwassers, sondern auch hinsichtlich der Behinderung des Transports von Keimen.

Die Einleitung ungeklärter Wässer in den Fluss wird nur in seltenen Fällen nach dem Gesichtspunkte zu entscheiden sein, dass nicht nur die gröbste Belästigung der Anlage ausgeschieden wird, sondern auch durch Innehaltung gewisser Relationen zwischen der Sielwasser- und der Flusswassermenge und der Flussgeschwindigkeit. Eine grobe Verunreinigung des Flusslaufes und eine Ablagerung von Sinkstoffen auf eine kurze Strecke ist bei einem Fluss mit grossem Gefälle wenig zu befürchten.

Wieweit eine Verunreinigung des Flusses durch eingeleitetes Abwasser gehen kann, lehren uns die in dieser Hinsicht in London gemachten Erfahrungen, zur Zeit als dort die Canäle noch innerhalb der Stadt in die Themse mündeten. Die Schmutzmassen, die sich in dem Flusse ansammelten, verpesteten manchmal derart die Luft, dass in dem in der Nähe der Themse gelegenen Parlamentsgebäude die Sitzungen wegen des Gestankes aufgehoben werden mussten. Im Sommer 1858 war der Schwefel-

wasserstoff frei in der Luft nachweisbar. Fälle von ähnlicher hochgradiger Flussverunreinigung liessen sich auch von Paris und einigen Städten Deutschlands anführen.[1])

Die Flussverunreinigung kann zweierlei Natur sein:

1. Durch organische Substanzen. Solche Stoffe liefern uns in erster Linie die Abzugswässer, dann die Abgänge von Schlachthäusern, Gerbereien und Lederfabriken, Zucker- und Stärkefabriken, Brauereien, Brennereien, Farbenfabriken etc.
2. durch anorganische Stoffe, wie sie uns die Abwässer aus Gasfabriken, Steinkohlengruben, Salinen, Sodafabriken, Bleichen etc. bringen.

Wir haben es bei unseren Betrachtungen fast ausschliesslich mit organischen Verunreinigungen zu thun. Durch dieselben erhält das Flusswasser eine, vom sanitären Standpunkte aus betrachtet, sehr bedenkliche Beschaffenheit, zumal im Sommer bei höherer Temperatur, wo günstige Bedingungen für eine Weiterentwicklung von Keimen selbst pathogener Natur gegeben sind und eine Weiterverbreitung von Infectionskrankheiten durch das inficirte Flusswasser sehr nahe liegt. Wie berechtigt diese Bedenken und wie wichtig die Frage der Abstellung dieser Uebelstände ist, lehren uns die traurigen Erfahrungen, die man in Hamburg während der Choleraepidemie im Sommer 1892 und gelegentlich von Epidemien an anderen Orten gemacht hat.

Auch für die Fischzucht ist die Flussverunreinigung von grosser Bedeutung; in stark verunreinigtem Wasser sterben die Fische wahrscheinlich durch Vergiftung mit Fäulnisgasen (Schwefelwasserstoff und Kohlensäure) ab.

Die bisher angenommenen Relationen der Canalwassermenge zur Flusswassermenge von 1 : 15 sind nicht allgemein anwendbar, denn die physikalische Beschaffenheit der Abwässer verschiedener Städte ist sehr verschieden und selbst in ein und derselben Stadt wechselt die Zusammensetzung mit den Tageszeiten und dann hängt dieselbe einerseits ab von den Wassermengen, mit welchen die Abfallstoffe vermischt — aufgeschwemmt — werden, andrer-

1) **Rubner**, Lehrbuch der Hygiene, 1895, S. 385 ff.

seits von der Art der Abfallstoffe und von den Maassnahmen, welche mit denselben vor Eintritt in die Sammelcanäle vorgenommen werden.

Unser Berliner Canalwasser z. B., auf das fünfzehnfache Volumen mit Wasser verdünnt, ist noch eine sehr unappetitliche Mischung, der ein so geringer Verdünnungsgrad gewiss nicht entspricht und welches auch in chemischer Hinsicht als nicht zulässig erachtet werden dürfte.

Ich habe Untersuchungen darüber angestellt, wie viel Trockensubstanz, organische und anorganische Substanz, Chlor und Bacterien das Berliner Canalwasser der Pumpstationen noch enthält, wenn es auf das Fünfzehnfache verdünnt ist.

Das zu meinen Versuchen verwendete Sielwasser war aus der Pumpstation V des Radialsystems.

Die Ergebnisse waren folgende:

Tabelle I.

Vers.-Reihe	Canalwasser	1 ccm enthält Keime	100 ccm ergeben Gramme				1000 ccm reduciren Gramme Kaliumpermanganat
			Gesammttrockenrückstand	Organische Substanz Glühverlust	Anorgan. Substanz Glührückst.	Chlor	
I	unverdünnt	3 310 000	1,8	1,130	0,670	0,15	2,64
	1 Volumen auf 15 Volumen verdünnt	250 000	0,33	0,18	0,15	0,035	0,146
II	unverdünnt	6 103 000	1,98	1,29	0,69	0,16	2,87
	verdünnt 1 = 15	450 000	0,345	0,195	0,15	0,037	0,1138
III	unverdünnt	5 970 000	1,99	1,32	0,670	0,17	1,29
	verdünnt 1 = 15	453 000	0,405	0,245	0,16	0,04	0,089

Das verdünnte Wasser enthält, wie aus den Versuchen hervorgeht, noch eine unzulässig grosse Menge organischer Substanz und eine hohe Keimzahl, dabei war das zu den Versuchen verwendete Canalwasser in bacterieller Hinsicht von relativ günstiger Beschaffenheit, denn zeitweise enthält das Berliner Sielwasser bis 40 Millionen Keime in einem Cubikcentimeter, also wird das Wasser, wenn durch eine fünfzehnfache Verdünnung die Zahl der Keime, wie bei obigen Versuchen, um das 13,4 fache ver-

mindert wird, immer noch drei Millionen Keime in einem Cubikcentimeter mitführen können. Die Zahl der Bacterien wurde im verdünnten Wasser nicht entsprechend dem Verdünnungsgrad gefunden; es ist dieser Umstand wohl so zu erklären, dass im unverdünnten Wasser vollständig von Bacterien durchwucherte feste Stoffe enthalten sind; gelangen solche feste Bestandtheile auf die Gelatineplatte, so können von den sie erfüllenden Bacterien in Folge Mangels an Raum nicht alle zur Entwicklung kommen, viele Colonien entziehen sich auch durch andere überwuchert der Zählung, diese Zufälligkeiten sind beim verdünnten Wasser, wo schon durch den Verdünnungsprocess viele feste Stoffe zertheilt werden und wo eine grössere Nährbodenfläche den Keimen zum Wachsthum geboten wird, weit weniger gegeben.

Man wird also in den meisten Fällen zu vorbereitenden Maassnahmen mit dem Canalwasser vor dessen Einleiten in den Fluss gezwungen.

Die Wirkungen der einfachen Sedimentirung.

Nicht selten ist die einfache Sedimentirung empfohlen, die Wirkung derselben erstreckt sich ausschliesslich auf die Beseitigung der gröberen schwebenden Theile und der schweren Sinkstoffe.

In der Kläranlage zu Frankfurt a. Main, welche die Abwässer eines der vollständigst durchgeführten Schwemmsystems zu reinigen hat, wurden Versuche angestellt über die Zweckmässigkeit der mechanischen Klärung — Klärung ohne Chemikalienzusatz — und die Resultate mit der Klärwirkung verschiedener chemischer Präcipitationsmittel verglichen. Die Untersuchungen sind ausführlich geschildert in der »Deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege« Bd. XXI S. 71—86 und dieselbe Zeitschrift Bd. XXIII S. 230—257. Die technischen Einrichtungen und die ganze Anlage sind beschrieben in eben dieser Zeitschrift Bd. XVI S. 545 ff. Ich beschränke mich darauf, die Resultate der Untersuchungen kurz anzugeben:

In den vier je 82 m langen Klärbecken, welche das Abwasser mit einer minimalen Geschwindigkeit innerhalb sechs Stunden

durchfliesst, findet eine ausgiebige Ausscheidung der suspendirten Stoffe, besonders solcher, welche als Nahrungsmittel für Mikroorganismen in Betracht kommen, statt, dagegen bleiben die gelösten Stoffe im Allgemeinen in Lösung. Bei der Vergleichung der Menge des Gesammttrockensubstanzgehaltes des nach verschiedenen Methoden gereinigten Wassers mit dem entsprechenden Gehalt des ungereinigten Sielwassers hebt Dr. Lepsius die Thatsache hervor, dass das Resultat der mechanischen Klärung ein überaus günstiges ist, indem diese Methode der Klärung nur noch von den Erfolgen der Phosphorsäureklärung (Phosphorsäure und Kalk) übertroffen wird, während sämmtliche übrigen Klärmethoden (Thonerde und Kalk, Kalk, Eisenvitriol und Kalk) ungünstigere Ergebnisse aufweisen. Auch hinsichtlich des Glühverlustes sind die Resultate der einfachen Sedimentirung sehr günstig, nur zwei Klärmethoden weisen in dieser Hinsicht bessere Erfolge auf[1]).

Anders verhalten sich die Ergebnisse der mechanischen Klärung in bacterieller Hinsicht, hier sind die Resultate der Kalkklärung am günstigsten, die der mechanischen Klärung am ungünstigsten. Nach Dr. Libbertz enthält das Sielwasser von Frankfurt vor dem Einlauf in die Klärbecken drei Millionen Keime in einem Cubikcentimeter, am Auslauf aus denselben waren pro Cubikcentimeter

a) bei der Thonerdeklärung rund 380000,
b) » » Kalkklärung » 17500,
c) » » mechanischen Klärung » 3350000

Keime enthalten. Es hatte also sogar eine Zunahme des Keimgehaltes bei der mechanischen Klärungsmethode stattgefunden[2]).

Wenn man schon bei einer grossen, sorgfältig den zweckmässigsten Anforderungen angepassten Kläranlage nur ziemlich unbefriedigende Resultate erhält, so kann es nicht Wunder nehmen, dass es im Kleinbetriebe meist noch schlechter aussieht.

---

1) Dr. Lepsius, Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XXIII, S. 246 u. 247.

2) Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege, 1889, Bd. XXI, S. 84

Hübner beschreibt die Wirkung einer Kläranlage, welche bei den medicinischen Instituten in Halle eingerichtet ist (Archiv f. Hyg. Bd. XVIII S. 375, 1893), deren Hauptwirksamkeit nur in der Sedimentirung besteht, während in bacteriologischer Hinsicht kein nennenswerther Erfolg erzielt wird. Was die Gewichtsverhältnisse des suspendirt bleibenden Materials anlangt, so sind es trotz des schlechten Aussehens des betreffenden Wassers nur wenige Milligramm, welche nicht zur Abscheidung gelangt sind.

Es hat sich also als ein Vortheil der chemischen Klärung nur das rasche Absetzen des Niederschlags, und — vorausgesetzt, dass man rasch genug die geklärte Flüssigkeit ablaufen lässt — ein gewisser Vortheil in bakteriologischer Richtung ergeben, der aber meist dadurch wieder illusorisch ist, dass mittelst automatisch functionirender Einrichtungen es entweder an richtiger Menge des Zusatzes des Klärmittels, oder aber an der rechtzeitig unterbrochenen Klärung fehlt.

Zu ganz demselben Resultat wie Lepsius kam Loeffler bei seinen »Untersuchungen über die Klärung der Abwässer in der Kläranlage des Universitätskrankenhauses zu Greifswald«: »Bei der Klärung ohne Chemikalienzusatz war das geklärte Wasser trübe. Der Schlamm setzte sich gut ab. Die Zahl der Bacterien war sogar höher im geklärten wie im ungeklärten Wasser.«[1])

Auf Vorschlag von Herrn Professor Rubner prüfte ich die Verhältnisse in bacteriologischer wie chemischer Hinsicht bei unserem Pumpstationswasser zu Berlin. Das Material entnahm ich wie bei meinen früheren Versuchen der Pumpstation V des Radialsystems.

Es kam uns darauf an, festzustellen, wie sich der Gehalt an Trockensubstanz, organischer Substanz und die Keimzahl während der Dauer der Sedimentirung ändert und ob sich nachweisen lässt, dass Schwebekörperchen von einiger Grösse in solchen Flüssigkeiten vorhanden sind, was durch einen Vergleich der Resultate gegenüber den entsprechenden Zahlen eines durch Papier filtrirten Canalwassers dargethan werden sollte. Das Filtriren geschah durch eine einfache Lage Filtrirpapier.

1) Centralblatt f. Bacteriologie, Bd. XIII, S. 435.

Das Wasser für die chemische Untersuchung füllte ich in Glascylinder und entnahm nach verschiedenen Zeiten von der ca. 30 cm hohen Flüssigkeitssäule die Proben etwa 3 cm unter der Oberfläche mittelst der Pipette. Das Abdampfen wurde im Soxhlet'schen Trockenapparat bei 100° vorgenommen, die Veraschung des Rückstandes geschah über dem Bunsenbrenner. Zur bacteriologischen Prüfung benützte ich sterilisirte Geräthschaften, die Anzahl der Keime bestimmte ich nach der Koch'schen Plattenmethode. Die Resultate der zwei Versuchsreihen waren folgende:

Tabelle II.

Vers.-Reihe		Frisches Canalwasser	Filtrirtes Canalwasser	Sedimentirtes Canalwasser. Dauer der Sedimentirung.			
				2 Stdn.	4 Stdn.	6 Stdn.	8 Stdn.
I	1000 ccm ergaben Gramme: Gesammttrockenrückstand	1,5979	1,0941	1,073	1,0532	1,053	0,9925
	Organische Substanz (Glühverlust)	1,066	0,7191	0,5454	0,545	0,540	0,4595
	Anorganisch. Substanz (Glührückst.)	0,532	0,375	0,527	0,508	0,513	0,333
	Anzahl der Keime in 1 ccm	5 658 000	1 730 000	4 102 000	4 415 000	4 724 600	4 344 000
II	1000 ccm ergaben Gramme: Gesammttrockenrückstand	1,600	1,155	1,339	1,264	1,213	1,194
	Organische Substanz (Glühverlust)	1,170	0,615	0,830	0,809	0,683	0,784
	Anorganisch. Substanz (Glührückst.)	0,430	0,540	0,509	0,455	0,530	0,410
	Anzahl der Keime in 1 ccm	12224000	1 407 000	8 100 000	7 422 000	7 290 000	7 144 000

Die Tabelle bedarf wohl keiner Erläuterung. Die Ergebnisse der Versuchsreihen schliessen sich den Erfahrungen, die von den obenerwähnten Autoren gemacht wurden, an. Es zeigt sich eine grosse Wirksamkeit der Sedimentirung hinsichtlich der Beseitigung der suspendirten Stoffe. Die wesentlichste Sedimentirung ist schon nach der vierten Stunde vollendet. Das sedimentirte Wasser ist hinsichtlich der Trockensubstanz ungefähr mit dem durch Filtrirpapier filtrirten Wasser identisch, ebenso hinsichtlich der organischen und anorganischen Substanz. Das Filtriren durch Papier setzt aber den Keimgehalt weit mehr herab, als das einfache Sedimentiren. Es sind also immerhin noch Schwebekörperchen von einiger Grösse in dem Wasser vorhanden.

Entgegen den Erfahrungen, die in Halle, Greifswald und Frankfurt und bei später angeführten Versuchen vom Verfasser selbst hinsichtlich der Zunahme der Keimzahl bei der Sedimentirung gemacht wurden, zeigt sich, dass die Zahl der Bacterien im sedimentirten Wasser durchweg geringer ist als im frischen, wenn man rechtzeitig die Sedimentirung unterbricht. Ich werde später Gelegenheit nehmen, auf diesen Punkt zurückzukommen.

Ueberraschend ist, dass die trübe und undurchsichtige Flüssigkeit verhältnismässig sehr wenig dem Gewichte nach von solcher trübenden Substanz enthält.[1])

Die Klärmethoden werden vielfach in ihrem Enderfolg nicht nach den wirklichen Ergebnissen im täglichen Leben, sondern auf Grund von Experimenten beurtheilt, die von den wirklichen Betriebsbedingungen weit abweichen. Ich will mich im Folgenden nicht in den Streit über den praktischen Werth dieser Klärmethoden einlassen, sondern ich habe eine Reihe von Umständen, welche auf den Ablauf des Klär- und Desinfectionsverfahrens von Bedeutung sein können, der Untersuchung unterzogen.

---

1) S. auch Archiv f. Hygiene, Bd. XVIII, S. 375.

Die bacteriologische Reinigung von Canalwasser mit Kalk.

Von den verschiedenen Klärmitteln, welche bei der Reinigung grösserer Quantitäten flüssiger Abfallstoffe zur Verwendung gelangen, nimmt den ersten Platz der Kalk ein.

Der Werth der Kalkklärung ist vor denjenigen anderer Methoden in praxi freilich sehr umstritten und mit Recht. Doch, wo man mit der Klärung zugleich eine Desinfection des Abwassers herbeiführen will, hat sich der Kalk bisher als das geeignetste Mittel erwiesen.

Neben seiner bactericiden und klärenden Eigenschaft sind es die Billigkeit und Unschädlichkeit, die dem Kalk seine ausgedehnte Anwendung verschaffen.

Es sind schon so viele Untersuchungen über die klärende und desinficirende Wirkung des Kalkes ausgeführt worden und die Literatur darüber ist eine so umfangreiche, dass ich mich darauf beschränken muss, im Folgenden nur die wichtigsten Discussionen, die auf meine Arbeit Bezug haben, anzuführen. Eine ausführliche Literaturangabe findet sich in einer Arbeit von Dr. Liborius »Einige Untersuchungen über die desinficirende Wirkung des Kalkes« in der »Zeitschrift für Hygiene,« Band II, S. 15—18.

Im Jahre 1869 wurden von Virchow und Hausmann Untersuchungen mit der Süvern'schen Mischung [1]) hinsichtlich der Verwendbarkeit und Wirkung derselben bei der Reinigung des Canalwassers angestellt. [2]) Gelegentlich dieser Versuche fanden die Autoren, dass durch einen Zusatz von 1—10 % Aetzkalk die im Wasser zahlreich vorhandenen, beweglichen Organismen ihre Beweglichkeit einbüssen und sich nur noch im Bodensatz auffinden lassen. Schon nach 6—12 Tagen aber konnten dieselben auch wieder in der ganzen Flüssigkeit nachgewiesen werden. Hausmann sprach die Ansicht aus, dass das vibrionäre Leben mit der Zersetzung des Aetzkalkes in kohlensauren Kalk zusammenhängt und wiederbeginnt, sobald aller Aetzkalk als kohlensaurer Kalk

1) 100 Theile Aetzkalk, 8 Theile Steinkohlentheer, 33 Theile Chlormagnesium mit Wasser gemischt, dass das Ganze 1000 Theile beträgt.

2) Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege, 1871, Bd III. S. 271.

gefällt ist. Experimentell hat er nachgewiesen, dass das Aufleben der scheinbar getöteten beweglichen Organismen rascher erfolgt, wenn der Aetzkalk durch Einleiten von Kohlensäure in die Flüssigkeit in kohlensauren Kalk umgesetzt wird.

Von der im Jahre 1873 in Berlin tagenden Cholera-Commission wurde zur Desinfection von Choleradejectionen unter Anderem der Aetzkalk empfohlen, es wurde darauf hingewiesen, dass der Aetzkalk stets in Ueberschuss anzuwenden sei.[1])

Nach der 1881 erschienenen Arbeit »Ueber Desinfection« von Koch kommt dem Kalkwasser ein geringer entwickelungshemmender Einfluss auf Milzbrandsporen zu (aber auch erst nach fünfzehn- bis zwanzigtägiger Einwirkung).[2])

Sehr umfassende Studien über die desinficirende Kraft des Kalkes stellte im Jahre 1886 Liborius an.[3]) Liborius fand »dass von den verschiedenen in der faulenden Bouillon vorhandenen Mikroorganismen bei einem anfänglichen Kalkgehalt von ungefähr 0,09 % der weitaus grösste Theil schon innerhalb eines Tages zu Grunde ging, die wenig resistenteren Keime zeigten sich als zeitweilig in ihrer Entwicklung gehemmt und vermehrten sich erst wieder nach geraumer Zeit.« Den Kalk setzte Liborius in Form von Kalkwasser zu, den Kalkgehalt berechnete er aus der Alkalescenz der Flüssigkeiten.

Die gleiche Kalkwassermenge, wie auf Bouillon, liess Liborius auf Kanalwasser einwirken; auch hier war eine schädigende Wirkung unverkennbar, in den oberflächlichen Schichten waren bei einem anfänglichen Kalkgehalt von 0,09 % während einer Reihe von Tagen keine lebensfähigen Keime, während der Bacterienbefund in der Bodenschicht durchweg positive Resultate ergab. Eine vollständige und dauernde Vernichtung aller vorhandenen Keime fand nirgends statt.

Andere Resultate wurden erzielt bei der Einwirkung von Kalk auf Typhus- und Choleraculturen. Nach zahlreichen Versuchen kam Liborius zu folgenden Schlussfolgerungen:

1) Küchenmeister, Zeitschr. f. Epidemiologie, 1874, Bd. I, S. 314.
2) Mittheilungen aus d. Kaiserl. Gesundheitsamt, Bd. I, 264.
3) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. II, S. 15—51.

»1. Eine wässerige Kalklösung von 0,0074 bez. 0,0246 % war schon im Stande im Laufe weniger Stunden die erstere Typhus-, die letztere Cholerabacillen dauernd zu vernichten.

2. Cholerabouillonculturen, welche zahlreiche Eiweissgerinnsel enthielten und ihrer physikalischen Beschaffenheit nach für die Kalkwirkung ein wohl mindestens ebenso ungünstiges Terrain, wie natürliche Choleradejectionen darboten, wurden gleichfalls im Laufe schon weniger Stunden durch Zusatz von 0,4 % reinem Aetzkalk, bez. 2 % rohen gebrannten Kalkes in Stücken dauernd und vollständig desinficirt.

3. Diese auch unter erschwerenden Umständen nicht versagende Wirkung des Kalkes kam am energischsten zur Geltung, wenn derselbe als pulverisirter reiner Aetzkalk, oder als aus letzterem bereitete 20 procentige Kalkmilch angewandt wurde.«

Während nach der eben citirten Arbeit ein Kalkgehalt von 0,0074 % genügte, um Typhusbacillen in Bouillon zu töten, war bei Versuchen, die Kitasato »über das Verhalten der Typhus- und Cholerabacillen zu säuren- oder alkalihaltigen Nährböden« anstellte[1]), ein fast 13 mal so starker Kalkgehalt, nämlich 0,0923—0,0966 CaO nöthig, um dasselbe Resultat zu erzielen; ein ähnlicher, wenn auch nicht so grosser Unterschied in den Resultaten fand bei derselben Untersuchung mit Cholerabacillen statt; nach Liborius tötet ein Kalkgehalt von 0,0246 % alle Cholerakeime, nach Kitasato ist dazu ein solcher von 0,1 % erforderlich. Diese grossen Unterschiede in den Resultaten erklären sich nach Kitasato in der verschiedenen Art und Weise, wie die Versuche angestellt wurden.

Während Kitasato Kalkwasser zu unverdünnter Bouilloncultur setzte, hat Liborius diese 15 fach mit destillirtem Wasser verdünnt. In dieser Verdünnung reichte auch der von Liborius angegebene Kalkgehalt zur Desinfection hin, nicht aber bei der

1) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. III, S. 416.

concentrirten Bouilloncultur. Diese verschiedenartige Wirkung führt Kitasato auf den stärkeren Phosphorgehalt der concentrirten Bouillon und die durch diesen bewirkte Zersetzung einer grossen Menge des wirksamen Kalkhydrats in phosphorsauren Kalk zurück. Um das verschiedene Ergebnis der Versuche sicher zu stellen, unternahmen Liborius und Kitasato gemeinschaftlich Untersuchungen mit concentrirter und mit 15fach verdünnter Typhus- und Cholerabouilloncultur vor. Während durch einen Kalkgehalt von 0,0074 resp. 0,024 % in der verdünnten Cultur alle Typhus- und Cholerabacillen vernichtet waren, wuchsen bei demselben Kalkzusatz von der unverdünnten Cultur zahllose Typhus- bezw. Choleracolonien.

Veranlasst durch die günstigen Resultate der Versuche von Liborius und Kitasato, prüfte Pfuhl, in welcher Menge und in welcher Form der Aetzkalk am besten zu verwenden ist, wenn es sich um die Desinfection von Typhus- und Cholera-ausleerungen selbst handelt (Zeitschrift für Hygiene, Bd. VI, S. 97). Bei seinen Untersuchungen wollte Pfuhl den Verhältnissen, wie sie in der Wirklichkeit gegeben sind, so nahe als möglich kommen. Er setzte zuerst den Kalk, in fester Form in kleine Stücke zerschlagen, dünnen frischen Typhusausleerungen in Erlenmeyer'schen Kolben im Verhältnis von 2, 3, 4, 5 und 6 Gewichtsprocenten zu, was freilich in praxi ganz unthunlich und wegen der Lösungsverhältnisse ganz unzweckmässig ist. Nach einer Stunde war in keinem der Kölbchen eine vollständige Desinfection erfolgt, nach 2 Stunden war die mit 6 % Kalk versetzte Probe desinficirt, nach 6 Stunden waren nur noch in der Probe mit dem zweiprocentigen Kalkzusatz entwicklungsfähige Typhuskeime.

Bei den folgenden Versuchen wandte Pfuhl den Kalk in Form von 20procentiger Kalkmilch an. 1 g Kalkmilch enthielt 0,137 Gramm Calciumhydrat. Als Versuchsmaterial dienten Fäces, die im Dampftopf sterilisirt und nachdem mit Typhusculturen geimpft wurden. Fünf in dieser Weise vorbereitete Erlenmeyer'sche Kolben wurden mit 2, 3, 4, 6 und 10 Gewichtsprocenten 20procentiger Kalkmilch versetzt, wiederholt

umgeschüttelt und bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Nach 1, 2, 4, 6 und 24 Stunden wurden Proben entnommen, und von diesen Rollröhrchen angelegt. Sämmtliche zeigten sich steril, es hatte also ein Zusatz von 2 % Kalkmilch = 0,274 % Kalkhydrat genügt, in einer Stunde sämmtliche Typhusbacillen zu vernichten.

Zu denselben Resultaten führten die Untersuchungen, die in der gleichen Weise mit Choleradejectionen, respective mit Fäces, die mit Choleraculturen geimpft waren, ausgeführt wurden. Auch hier genügte ein Zusatz von 2 Gewichtsprocenten einer 20procentigen Kalkmilch, um das Versuchsmaterial in kurzer Zeit, spätestens in einer Stunde, zu desinficiren.

Nach seinen Versuchen kam Pfuhl zu dem Schluss, dass 2 Volumprocente = 2,3 Gewichtsprocente einer 20procentigen Kalkmilch genügen, um in kürzester Zeit eine vollständige Desinfection von Typhus- und Choleradejectionen zu erzielen. Vorausgesetzt, dass 1. die Kalkmilch aus Kalk von guter Qualität bereitet ist, frisch zur Anwendung kommt, was so ziemlich selbstverständlich sein dürfte, und 2. die Ausleerungen von diarrhöischer Beschaffenheit sind. Auch diese Bedingungen lassen allerdings noch einen weiten Spielraum.

Eine Probe von Berliner Canalwasser, nach der Sterilisirung mit Typhusculturen inficirt, wurde durch den Zusatz von einem Procent Kalkmilch binnen einer Stunde desinficirt; dieser Zusatz bewirkte ausserdem eine bedeutende Klärung des Canalwassers. Anschliessend an diese Untersuchungen, prüfte dann derselbe Autor, ob und in welcher Weise sich die im Laboratorium gewonnenen Ergebnisse für die Praxis, namentlich für die Desinfection von Fäcalien in Tonnen und Gruben, sowie in Stechbecken, verwerthen lassen, und fand, dass die Wirksamkeit der Desinfection am einfachsten durch Prüfung der Reaction des Latrineninhaltes mit rothem Lakmuspapier controlirt wird, was von vorneherein selbstverständlich war, da den Kalksalzen eine Wirkung doch nicht zugesprochen werden konnte.

Wird das Reagenspapier stark gebläut, so wäre der Zusatz an Kalk ausreichend. Das ist freilich nicht zutreffend, da ja

durchaus nicht selten der Grubeninhalt von sich aus alkalisch reagiren kann, eine alkalische Reaction, durch freies Ammoniak bedingt, anders wirkt, als freier Aetzkalk. Der Kalk wird am besten in Form einer 20 proc. Kalkmilch angewandt.[1])

Ein Hauptübelstand der chemischen Klär- und Desinfectionsmethode im täglichen Leben sind die grossen Kosten der betreffenden Mittel. Eine Klärung lässt sich allerdings mit sehr verschiedenen Kalkmengen erreichen; im Betriebe verwendet man die kleinste, zur Fällung eben ausreichende Menge — Mengen von 0,5 Calciumoxyd zu 1000 Canalwasser und erheblich darunter —; man erhält ja ein klares Wasser noch mit sehr kleinen Kalkmengen, aber keine Keimfreiheit des geklärten Wassers, noch viel weniger eine Desinfection des Niederschlags. Welche Bestandtheile der Canaljauche, ob die gelösten oder die suspendirten Stoffe, auf den Erfolg der Kalkwirkung von Einfluss sind, ist bis jetzt noch nicht festgestellt worden.

Auch die Frage, ob es Vortheile gewährt, ein Canalwasser mittels Vorbehandlung durch eine einfache Sedimentirung für die spätere Behandlung mit Kalkmilch geeigenschafteter zu machen, ist bisher keiner näheren Untersuchung unterzogen worden. Es könnte sein, dass in dem in der Canaljauche suspendirten Material eine grosse Menge von solchen Substanzen enthalten sind, welche Kalk in Beschlag nehmen und unwirksam machen; dann würde, wenn diese Stoffe durch Vorbehandlung mittels einfacher Sedimentirung entfernt sind, mit derselben Kalkmenge eine gründlichere chemische und bacteriologische Reinigung zu erreichen sein, als bei frischem, unsedimentirtem Abwasser.

Auf Veranlassung von Herrn Professor Dr. Rubner unterzog ich zunächst diese Frage einer näheren Untersuchung. Als Versuchsmaterial diente mir, wie bei den früher angeführten Arbeiten, Canalwasser der Pumpstation V des Berliner Radialsystems. Dasselbe wurde, um von möglichst einheitlicher Beschaffenheit zu sein, immer zu derselben Zeit — zwischen 8 und 9 Uhr

1) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. VII, S. 363.

Morgens — entnommen. Den Kalk wandte ich in Form von Kalkmilch an, doch wählte ich das Mischungsverhältnis 1 : 40, weil die gewöhnlich gebräuchliche Mischung 1 : 4 wegen ihrer Dickflüssigkeit zu Versuchen, bei denen ich maassanalytisch arbeiten wollte, ungeeignet ist. Der zur Anwendung gelangende Kalk war frisch ausgeglüht und frei von Kohlensäure, wovon ich mich vor der Verwendung desselben überzeugte. Zur Darstellung der Kalkmilch übergoss ich 10 g Kalk mit 8 ccm destillirtem Wasser; nach beendigter Löschung fügte ich nach und nach unter kräftigem Umrühren noch 392 ccm destillirtes Wasser zu und brachte die einen dünnen, weissen Brei darstellende Kalkmilch in eine mit vaselinirtem, gut eingeschliffenem Glasstöpsel versehene Flasche. Zur Bestimmung des Calciumoxydgehaltes meiner Kalkmilch entnahm ich nach kräftigem Umschütteln 10 ccm Kalkmilch, übergoss diese in einem Becherglase mit ca. 300 ccm destillirtem Wasser, fügte zur vollständigen Lösung des Kalkes einige Tropfen Salzsäure hinzu und erhitzte bis zum Sieden. Der Kalk löste sich bis auf wenige sandige Verunreinigungen. Ich fügte nun Ammoniak im Überschuss und ein gemessenes Quantum Normal-Oxalsäure ebenfalls im Überschuss (15 ccm) zu und erhitzte noch kurze Zeit. Nach dem Erkalten filtrirte ich die klare Flüssigkeit von dem Niederschlage (oxalsaurem Kalk) ab und wusch diesen mit heissem, destillirtem Wasser aus. Das klare Filtrat säuerte ich mit 30 ccm verdünnter Schwefelsäure kräftig an, erhitzte zum Sieden und titrirte die überschüssige Oxalsäure mit Kaliumpermanganat, welche genau auf die Normal-Oxalsäure eingestellt war, bis zur schwachen Rothfärbung. Die dazu verbrauchten Cubikcentimeter Kaliumpermanganat-Lösung, umgerechnet auf die entsprechende Cubikcentimeter-Zahl Normal-Oxalsäure, wurden von den angewandten Cubikcentimetern Oxalsäure abgezogen, und aus der Differenz durch Multiplication mit 0,028 der Gehalt der angewandten Kalkmilch an CaO berechnet. Die Differenz ist die Zahl der Cubikcentimeter Oxalsäure, welche an Kalk gebunden sind; 0,028 das Äquivalentgewicht des Calciumoxyds. Die 10 cbm Kalkmilch enthielten 0,21 g CaO.

Versuch I: Zuerst stellte ich die Anzahl der Keime in einem Cubikcentimeter frischen Canalwassers fest. Ich entnahm zu dem Zwecke nach kräftigem Umschütteln mittels einer sterilisirten, graduirten Pipette etwa 1,2 ccm Canalwasser, liess vorsichtig einige Tropfen ablaufen, dann einen Tropfen in ca. 8 ccm Nährgelatine fallen und zählte die Tropfen Canalwasser, die auf einen Cubikcentimeter der betreffenden Pipette gingen. Die Nährgelatine goss ich nach sorgfältigem Mischen zu einer Platte, »Zählplatte«, aus, die ich bei Zimmertemperatur (20°) hielt. Schon nach 24 Stunden hatte sich eine grosse Zahl von Keimen entwickelt, nach zwei Tagen war die ganze Platte von kräftigen Colonien übersät. Ich nahm nun die Zählung mit Hilfe des Mikroskops vor und fand, dass in einem Cubikcentimeter Kanalwasser 12262000 Keime enthalten sind.

Mischungen des frischen Canalwassers mit Kalk:

Mit Hilfe eines sterilisirten Hebers, dessen in die Flüssigkeit tauchendes Ende nach oben etwas umgebogen war, wurden nach tüchtigem Umschütteln in drei sterilisirte Kolben je 500 ccm Canalwasser gefüllt. Die Kolben versetzte ich mit soviel Kalkmilch, dass auf die erste Probe 0,2, auf die zweite 0,1 und auf die dritte Probe 0,05% CaO kamen. Die Kalkmilch wurde kräftig mit dem Canalwasser vermischt, und die Kolben, mit Watte verschlossen, bei Zimmertemperatur ruhig stehen gelassen. Bei allen Proben hatte sich bei dem Zusatz der Kalkmilch ein deutlicher Ammoniakgeruch wahrnehmbar gemacht. Unter Klärung der Flüssigkeit setzte sich schon nach wenigen Minuten am Boden aller Proben ein schmutziggrauer, flockiger Niederschlag ab.

Der Einfachheit und besseren Orientirung halber wollen wir im Folgenden die Versuchsflüssigkeit mit 0,2% CaO »Ia«, die mit dem nächst niedrigeren Kalkgehalt (0,1%) »Ib« und die mit 0,05% »Ic« nennen; diese Bezeichnungen wollen wir auch bei den folgenden Versuchsreihen mit entsprechender Abänderung der Zahl beibehalten.

24 Stunden nach dem Kalkmilchzusatz entnahm ich mit sterilisirter, graduirter Pipette unter den üblichen Cautelen Proben

aus den klaren Schichten der drei Versuchsflüssigkeiten und legte davon Gelatineplatten an, um zu sehen, inwieweit der Kalkzusatz den Keimgehalt herabgesetzt habe.

Die von Probe Ia angelegte Platte blieb während der ganzen Beobachtungszeit (zehn Tage) steril. Die Platte von Ib zeigte erst nach fünf Tagen Wachsthum einiger Keime, nach sieben Tagen waren 1530 Keime, auf den Cubikcentimeter Canalwasser berechnet, zur Entwicklung gelangt; die Zahl derselben vermehrte sich noch in den nächsten Tagen und betrug nach neun Tagen 2090, eine weitere Vermehrung trat in der folgenden Zeit nicht mehr ein.

Als Punkt Ic entwickelten sich schon nach drei Tagen zahlreiche Colonien, deren Zahlen nach sechs Tagen 59 600, nach zehn Tagen 156 000, auf einen Cubikcentimeter Versuchswasser bezogen, betrug.

Ich möchte hier ein für alle Mal bemerken, dass sich die angeführten Colonienzahlen immer auf einen Cubikcentimeter der betreffenden Versuchsflüssigkeit beziehen.

Zwei Tage nach dem Kalkzusatz wurden von dem in den Flaschen abgelagerten Sediment ebenfalls Plattenculturen angelegt. Die Bodenschicht von Ia erwies sich als nicht steril, es waren in einem Cubikcentimeter 85 entwicklungsfähige Keime enthalten, die sich aber erst nach vier Tagen zeigten; nach derselben Zeit hatten sich auf der Platte von dem Sediment Ib viele Colonien — 1400 — auf der entsprechenden Cultur von Ic — 168 000 — entwickelt.

Es kam uns nun noch darauf an, zu erfahren, in welchen Mengen gelöster Kalk in den verschiedenen Proben nach 24 Stunden noch enthalten war. Zur Bestimmung des Kalkes liess ich mittelst sterilisirten Hebers aus jeder der drei Proben 100 ccm von der klaren Flüssigkeit in ein Becherglas fliessen und stellte in demselben den Gehalt an CaO nach der oben angegebenen Methode fest, nur mit dem Unterschiede, dass ich bei diesen Versuchen $^1/_{10}$ Normal-Oxalsäure und entsprechende Kaliumpermanganatlösung benützte. Die Probe Ia enthielt nach 24 Stunden 0,0616, Ib 0,0275, Ic 0,0096 % CaO in Lösung.

Die Menge des wirksam bleibenden Kalks ist also eine verhältnismässig geringe und steht in keiner festen Relation zum angewandten Zusatz an Kalk.

Versuch II: Das zum Versuch I verwendete Canalwasser wurde zwecks Sedimentirung 24 Stunden ruhig im Eisschrank stehen gelassen. Es hatte sich während dieser Zeit eine etwa 0,5 cm hohe, schmutzige, schwarzgraue Schicht abgesetzt; die überstehende Flüssigkeit war nur wenig klarer geworden.

Ich entnahm nun unter denselben Cautelen wie bei Versuch I, etwa zehn Centimeter unter der Oberfläche; mit sterilisirter Pipette eine Probe zur Anlegung der Zählplatte und dreimal je 500 ccm ebenfalls aus den obersten Schichten für die Versuche mit Kalk. Der Zählplatte nach enthielt das sedimentirte Wasser 11040000 Keime.

Die drei Proben versetzte ich mit den gleichen Mengen von Kalkmilch wie bei Versuch I und legte auch wie dort von der über dem Niederschlag stehenden, klaren Flüssigkeit nach 24 Stunden Platten an (IIa, IIb, IIc). Platte IIa blieb steril, IIb zeigte erst nach vier Tagen Wachsthum, nach acht Tagen betrug die Zahl der Colonien 200, auf der Platte von IIc waren nach vier Tagen 239000 Keime zur Entwicklung gelangt; diese Zahl der Colonien blieb auch in den darauffolgenden Tagen constant. Von dem Sediment der Probe IIa legte ich nach fünf Tagen eine Platte an; auch hier zeigten sich wie bei Ia nach einigen Tagen mehrere entwicklungsfähige Keime (ca. 80).

Der Calciumoxydgehalt der drei Flüssigkeiten betrug nach 24 Stunden bei IIa 0,084, IIb 0,019%, in IIc waren nur Spuren von gelöstem Kalk nachzuweisen. Die Löslichkeitsverhältnisse für den Kalk waren trotz vorheriger Ausscheidung der gröberen Flocken durch Sedimentirung keine günstigeren geworden. Fassen wir das Ergebnis der beiden Versuche zusammen: Der Unterschied in der Keimzahl in einem Cubikcentimeter des frischen und des sedimentirten Canalwassers ist so gering, dass er zu einer Folgerung nicht berechtigt. Der Zusatz von Kalk bewirkte bei allen Proben eine Verzögerung

des Wachsthums, diese ist die gleiche bei Versuch I und II. Ein Kalkzusatz von 0,2 % hatte eine beinahe vollständige Abtödtung aller Keime zur Folge, nur in den Bodenschichten fanden sich in beiden Versuchsreihen eine gleiche geringe Zahl von entwicklungsfähigen Keimen. 0,1 % Kalk verringerte die Zahl der Keime ganz erheblich, diese ist bei dem sedimentirten Wasser geringer wie beim frischen. 0,05 % CaO bewirkte nur eine geringe Desinfection und Entwicklungshemmung, diese Resultate sind bei beiden Versuchen beinahe gleich.

Versuch III und IV:

Versuch III wurde mit frischem Canalwasser analog dem Versuch I, der Versuch IV mit sedimentirtem Wasser entsprechend »II« ausgeführt.

Die Resultate waren folgende:

Zählplatte von III zeigte 4 271 000, Zählplatte von IV 12 426 000 Keime in einem Cubikcentimeter.

Platten von dem mit Kalk versetzten Canalwasser:

Die klaren Flüssigkeitsschichten von IIIa und IVa zeigten sich steril, von den Bodenschichten derselben Proben wurden acht beziehungsweise sechs Tage nach dem Kalkzusatz Rollröhrchen angelegt, nach drei Tagen entwickelten sich in beiden viele Colonien.

Platte IIIb klare Flüssigkeit wies nach fünf Tagen 2000 Colonien auf, dasselbe Resultat ergab IVb.

Platte IIIc: Nach zwei Tagen trat kräftiges Wachsthum ein, nach vier Tagen betrug die Zahl der entwickelten Keime 4070; die entsprechende Platte IIIc, die allerdings erst zwei Tage nach dem Kalkzusatz angelegt wurde, zeigte nach drei Tagen 125 900 Keime an.

Der Calciumoxydgehalt der sechs Proben nach 24 Stunden war bei IIIa 0,0448 %, IIIb 0,0223 %, IIIc 0,0173 %; IVa 0,039, IVb 0,0212, IVc 0,012 %. Auch hier sind bemerkenswerthe Unterschiede im Kalkgehalt zwischen dem ursprünglichen Canalwasser und dem durch Sedimentirung geklärten nicht nachzuweisen.

Die Resultate dieser beiden Versuche, soweit es die Wirkung des Kalkes betrifft, sind im Wesentlichen dieselben wie bei der vorigen Versuchsreihe; eine desinficirende und entwicklungshemmende Wirkung ist selbst bei 0,05 proc. Zusatz unverkennbar, doch nimmt die Wirkung bei diesem geringen Kalkzusatz rasch ab mit der Zeit. So zeigen sich auf Platte III c, die 24 Stunden nach dem Ca O Zusatz angelegt ist, nur wenige Colonien, während bei der entsprechenden von IV c, die erst nach zwei Tagen angefertigt ist, die Zahl derselben eine ungleich höhere ist.

Ein wesentlicher Unterschied zeigt sich in der Keimzahl der ungeklärten Wässer, hier weist das sedimentirte Canalwasser beinahe die dreifache Zahl an Keimen auf gegenüber dem frischen Wasser.

Die folgenden Versuche führte ich in ganz derselben Weise wie diese beiden ersten Reihen aus; ich kann mich wohl darauf beschränken, die Resultate in einer zusammengestellten Tabelle, die auch die Ergebnisse der eben beschriebenen Versuche enthält, folgen zu lassen. (Siehe Tabelle III S. 210 u. 211.)

Unterziehen wir die Tabelle einer näheren Betrachtung, so kommen wir zu folgenden Resultaten:

Der Keimgehalt des Berliner frischen Canalwassers der Pumpstation V des Radialsystems betrug während der Zeit der Versuche zwischen 8 und 9 Uhr Morgens durchschnittlich 8 137 000 in einem Cubikcentimeter; die Keimzahl desselben Wassers nach 24 stündigem Sedimentiren wurde im Durchschnitt auf 11 232 000 in einem Cubikcentimeter gefunden, also im sedimentirten Wasser höher wie im frischen. Dieser Unterschied ist in den Reihen III und IV, V und VI ein ganz frappanter, die Keimzahl steigt hier beim sedimentirten Wasser beinahe um das Dreifache. Es steht diese Beobachtung im Einklang mit den Erfahrungen, die in dieser Hinsicht andere Autoren gemacht haben. Die sich scheinbar widersprechenden Zahlen glaube ich dadurch erklären zu können, dass die Flüssigkeitsmenge eines Cubikcentimeters frischen Canalwassers relativ kleiner ist, als die des sedimentirten; denn in ersterem sind viele festen Stoffe suspendirt, die sich bei ruhigem Stehenlassen absetzen, der Raum

Tabelle III.

Versuche mit frischem Canalwasser						Versuche mit Canalwasser nach 24stündiger Sedimentirung desselben					
Versuchsnummer	1 ccm ungeklärtes Wasser enthält Keime	Keimzahl in einem Cubikcentimeter des mit			CaO-Gehalt nach 24 Stunden	Versuchsnummer	1 ccm ungeklärtes Wasser enthält Keime	Keimzahl in einem Cubikcentimeter des mit			CaO-Gehalt nach 24 Stunden
		0,2	0,10	0,05				0,2	0,1	0,05	
		Procent CaO versetzten Canalwassers						Procent CaO versetzten Canalwassers			
		1. Klare Flüssigkeit. 24 Stunden nach dem Kalkzusatz:						1. Klare Flüssigkeit. 24 Stunden nach dem Kalkzusatz:			
I	12262000	Steril	Nach 7 Tagen 1530 nach 9 Tagen 2090	Nach 6 Tagen 59 600 nach 10 Tagen 156 000	0,0616	II	11 040 000	Steril	Nach 4 Tagen kein merkliches Wachsthum, dann einige Keime, nach 8 Tagen 200.	Nach 4 bis 8 Tagen 239 000	0,084
				2 Tage nach dem CaO-Zusatz Platte: nach 5 Tagen 20 812 nach 8 Tagen 30 800	0,0275			2. Bodenschicht.			
								5 Tage nach dem CaO-Zusatz Platte: nach 7 Tagen 80 Keime			0,019
		2. Bodenschicht.									
		85	Platte 3 Tage n. d. Ca-O-Zusatz nach 4 Tagen 1400	Platte 2 Tage n. d. CaO-Zusatz: nach 4 Tagen 168 000 nach 6 Tagen verflüssigt	0,0096						Spuren
		1. Klare Flüssigkeit.						1. Klare Flüssigkeit.			
III	4 271 000	1, 7 u. 10 Tage nach dem CaO-Zusatz steril	24 Stunden nach dem CaO-Zusatz. Culturen: nach 5 Tagen 2000	nach 2 Tagen merkl. Wachsth. nach 4—6 Tagen 4070	0,0448	IV	12426000	2 Tage nach dem CaO-Zusatz steril 10 Tage nach dem CaO-Zusatz steril	2 Tage nach dem CaO-Zusatz Platten: nach 2 Tagen 2000	125 900	0,039
		2. Bodenschicht.						2. Bodenschicht.			
		8 Tage nach dem CaO-Zusatz Rollröhrchen: nach 3 Tagen Wachsthum			0,0223			6 Tage nach d. CaO-Zusatz Platte: nach 3 Tagen Wachsthum. Dasselbe Resultat Rollröhrchen			0,0212
		11 Tage nach d. CaO-Zus. Cultur: nach 2 Tagen kräft. Wachsth. vieler Keime			0,0178						0,012

V	3 931 000	**1. Klare Flüssigkeit.** 1 und folgende Tage nach dem Kalkzusatz steril | Platten 24 Stunden nach dem CaO-Zusatz: nach 2 Tagen 2000 | nach 2 Tagen Wachsthum, nach 3 Tagen 118 400	0,0448	VI	11123000	**1. Klare Flüssigkeit.** 24 Stunden nach dem CaO-Zusatz: u. folgende Tage steril | nach 2 Tagen Wachstum nach 8 Tagen 8360 Keime nach 5 Tagen verflüssigt | nach 2 Tagen Wachstum, nach 4 Tagen 1 912 000	0,056
		2. Bodenschicht. 8 Tage nach dem CaO-Zusatz Rollröhrchen: nach 2 Tagen einige Colonien | nach 2 ziemlich viele, nach 5 Tagen viele Keime	0,0212 0,0092			**2. Bodenschicht.** 3 Tage nach dem CaO-Zusatz Rollröhrchen: nach 2 Tagen einige Colonien | nach 2 und 3 Tagen viele Colonien	0,0246 0,013
VII	10745000	**1. Klare Flüssigkeit.** 24 Stunden nach dem CaO-Zusatz: Rollröhrchen: nach 5 Tagen einzelne Col. | Platte: nach 3 Tagen einzelne, nach 5 Tagen 9500 | Platte: nach 3 Tagen 4300, nach 5 Tagen 12 100 2 Stund. nach d. Kalkzusatz Rollröhrchen: nach 2 Tagen viele Colonien		VIII	11260000	**1. Klare Flüssigkeit.** 24 Stunden nach dem Kalkzusatz: Rollröhrchen: nach 2 Tagen einzelne, nach 5 Tagen viele | Platte: nach 3 Tagen einige, nach 5 Tagen 7800 | Platte: nach 3 Tagen 2900, nach 5 Tagen 18 300	
		2. Bodenschicht. 2 Tage nach dem CaO-Zusatz Platten: nach 2 Tagen Wachsthum, nach 4 Tagen 42 000 | 45 200				**2. Bodenschicht.** 24 Stunden nach dem Kalkzusatz Rollröhrchen: nach 2 Tagen Wachsthum, nach 4 Tagen viele Keime | Platten: nach 2 Tagen Wachstum nach 4 Tagen 29 000 | 76 300	
IX	9 480 000	**1. Klare Flüssigkeit.** 24 Stunden nach dem CaO-Zusatz Rollröhrchen: steril | nach 4 Tagen einzelne Colonien | nach 3 Tagen einzelne, nach 5 Tagen viele Keime nach 10 Tagen Rollröhrchen steril		X	10312000	**1. Klare Flüssigkeit.** 2 Tage nach dem CaO-Zusatz Rollröhrchen: steril | steril | nach 3 Tagen einzelne, nach 10 Tagen viele Colonien 20 Tage nach d. Kalkzusatz Rollröhrchen steril	
		2. Bodenschicht. Nach 24 Stunden Platten: nach 3 Tagen Wachsthum einzelner Colonien | Wachsthum einzelne, nach 8 Tagen 2900 | verflüssigt				**2. Bodenschicht.** 2 Tage nach dem CaO-Zusatz Platten: nach 8 Tagen einzelne Colonien | nach 3 Tagen einzelne | nach 3 Tagen Wachsthum. nach 7 Tagen 4800	

aber, den diese festen Stoffe in der Pipette einnehmen, kann nicht von Bacterien erfüllt sein. Es ist mithin der Raum für die Bacterien beim sedimentirten Wasser grösser als bei dem frischen. Dazu kommen noch zwei nicht unwesentliche Umstände, nämlich, dass bei dem Einbringen des Materials in Gelatine mittels der Pipette sehr vorsichtig und deshalb langsam vorgegangen werden muss; es wird in den Pausen, die zwischen dem Abfallen der einzelnen Tropfen liegen, suspendirtes, festes Material Zeit haben, an dem Ausfluss der Pipette sich abzusetzen; so wird der Tropfen, der in die Gelatine fällt, den quantitativen Durchschnittsgehalt des Canalwassers an fester Substanz überschreiten; zweitens, dass an dem festen Material häufig eine grosse Zahl von Bacterien adhärirt, die sich schwer ablösen und an diesen Stoffen hängend auf die Gelatineplatte gelangen; dort werden viele derselben aus Mangel an Raum nicht zur sichtbaren Entwicklung gelangen können. Ich glaube diese Erklärung durch Beobachtungen, die ich gelegentlich späterer Versuche machte, erhärten zu können. Während ich bei den angeführten Desinfectionsversuchen das Material direct in die Gelatine brachte, verdünnte ich grössere Mengen derselben bei meinen späteren Arbeiten, die auf S. 196 angeführt sind, mit einem abgemessenen Quantum sterilen Wassers, zertheilte darin das Canalwasser gut durch kräftiges Umschütteln und durch Quirlen mit einer Platinspirale und legte mit einem bestimmten Bruchtheil der so erhaltenen, homogenen Flüssigkeit die Platten an; es wurden durch diese Manipulation die beiden zuletzt erwähnten, möglichen Fehlerquellen ausgeschlossen, und es zeigte sich auch, dass die Keimzahl des sedimentirten Wassers die des frischen in keinem Versuche überschritt. Trotz alledem halte ich an der früher aufgestellten Behauptung fest, dass das Sedimentiren ohne Chemikalienzusatz ohne Einfluss auf die Keimzahl ist.

Was die desinficirende und klärende Wirkung des Kalkes anbelangt, ist diese in allen Proben unverkennbar; selbst der verhältnismässig geringe Zusatz von 0,05 % hat eine Verzögerung des Wachsthums und eine zum Theil bedeutende Verminderung der Keimzahl zur Folge; doch ist diese Wirkung nur eine vor-

übergehende, und eine Vermehrung der Mikroorganismen tritt schon nach zwei Tagen wieder ein. Günstiger zeigen sich die Erfolge bei der 0,1 proc. Mischung, doch genügte dieser Gehalt in keiner der Proben, um alle Keime zu tödten oder auch nur niederzuschlagen; dasselbe lässt sich von dem 0,12 proc. Zusatz constatiren. Allerdings fand bei diesen beiden Versuchsreihen ein späteres Aufleben der Keime nicht mehr statt, die schädigende Wirkung war eine bleibende.

0,16 % Kalk rief nur in einem Falle (X) eine Desinfection der geklärten Flüssigkeit hervor; dagegen genügte ein 0,2 proc. Zusatz, um sämmtliche Keime niederzuschlagen und das überstehende klare Wasser vollständig zu desinficiren, nur der Versuch VII macht hiervon eine Ausnahme; ich muss dazu bemerken, dass an diesem Tage das Canalwasser aus mir unbekannten Gründen eine ungewöhnlich schlechte physikalische Beschaffenheit hatte, während dasselbe sonst im Grossen und Ganzen von immer gleichem Aussehen war. Die klare überstehende Flüssigkeit des mit 0,2 % Kalk versetzten Canalwassers zeigte sich auch noch nach mehreren Wochen steril, während im Sediment durch die Plattencultur lebende Keime immer nachweisbar waren. Es werden demnach durch 0,2 % CaO die beweglichen Bacterien dauernd vernichtet, die unbeweglichen Mikroorganismen und die Dauerformen niedergeschlagen. Natürlich trifft dieser Schluss nur auf solches Canalwasser zu, welches von gleicher Beschaffenheit ist, wie das zu meinen Versuchen verwendete.

Ist nun eine Sedimentirung des Canalwassers vor der Behandlung mit Kalk vom bacteriologischen Standpunkt aus zu empfehlen?

Wie aus den Resultaten hervorgeht, ist ein Vortheil für die desinficirende Wirkung des Kalkes durch vorheriges Sedimentiren nicht zu constatiren. Wohl ist in einigen Versuchen die Zahl der entwicklungsfähigen Bacterien in dem mit Kalk versetzten sedimentirten beträchtlich geringer als in dem entsprechenden frischen Wasser (vgl. Ib mit IIb und IXb mit Xb), doch ist dieses Ergebnis kein durchgreifendes, wie zum Beispiel ein Vergleich von Vb mit

VIb lehrt. Es kann ebenfalls nicht constatirt werden, dass beim sedimentirten Wasser eine geringere Kalkmenge zur Desinfection hinreicht; nach alledem scheint das im Canalwasser vielfach suspendirte gröbere Material ohne wesentlichen Einfluss auf die Kalkwirkung zu sein.

Die Vertheilung des Kalkes endlich in den verschiedenen Proben ist eine durchaus unverhältnismässige und nimmt nicht proportional mit dem Zusatz des Kalkes zu. Ich habe deshalb auch die Bestimmung desselben in den letzten vier Proben weggelassen.

Reinigung durch fractionirten Kalkzusatz.

Bei meinen Untersuchungen hatte ich wahrgenommen, dass selbst ein relativ geringer Kalkzusatz eine bedeutende Klärung des Canalwassers in kürzester Zeit herbeiführte. Diese Erfahrung zusammen mit den Befunden, dass die Zahl der Keime in der Bodenschicht der mit Kalk versetzten Proben immer eine ungleich grössere war, als in der überstehenden geklärten Flüssigkeit, brachte mich auf den Gedanken, die Ausführung meiner Versuche dahin zu modificiren, dass ich zuerst die leicht abscheidbaren Bestandtheile, wie Fette und protoplasmareiche Stoffe, phosphorsaure und kohlensaure Verbindungen, durch einen geringen Kalkzusatz fällte, den Niederschlag sich kurze Zeit sedimentiren liess und dann eine zweite Kalkmenge zur Desinfection der so geklärten Flüssigkeit zusetzte.

Ich ging bei meinen Versuchen so vor, dass ich von frischem Canalwasser nach kräftigem Umschütteln dreimal je 500 ccm mittelst des sterilisirten Hebers in sterile Medicingläser laufen liess und dieselben mit Watte verschloss.

Zu der einen Probe setzte ich das zur Desinfection zu verwendende Kalkquantum auf ein Mal zu (»Controlprobe«), zu den beiden andern brachte ich zuerst eine geringe Quantität Kalk, gewöhnlich 0,05 %, schüttelte gut um, liess den voluminösen Niederschlag sich kurze Zeit absetzen, hob dann mittelst kleiner sterilisirter Heber die so geklärten Flüssigkeiten, ohne das Sediment aufzurühren, in sterile Erlenmeyer'sche

Kölbchen ab und vermischte sie darin mit der zweiten Kalkmenge.

Die erste Sedimentirung ging in kurzer Zeit vor sich, es hatte sich als zwecklos gezeigt, dieselbe über 60 Minuten auszudehnen.

Nach verschiedenen Intervallen legte ich, wie bei meinen früheren Versuchen, Gelatineplatten resp. Rollröhrchen an. Eine Zählung der Keime in dem zur Verwendung gelangenden Canalwasser nahm ich nur von Zeit zu Zeit vor; denn, wie sich bei meinen vorher angeführten Untersuchungen ergeben hat, ist die Keimzahl eines Cubikcentimeters Canalwassers eine ziemlich constante, und dann hatte sich gezeigt, dass die Wirkung des Kalkes weniger von dieser, als von der chemischen Beschaffenheit des Versuchsmaterials abhängt. Abweichend von meinen erst erwähnten Versuchen, bestimmte ich bei den folgenden die Alkalescenz der Proben durch Titration mit Normalsäure nach 24 stündiger Einwirkung des Kalkes, aus der Alkalescenz berechnete ich den Calciumoxydgehalt der betreffenden Flüssigkeiten. Den Kalk setzte ich auch hier in Form von Kalkmilch (1 : 40) zu, das Canalwasser bezog ich von derselben Stelle wie früher.

Die Resultate lassen sich aus Tabelle IV S. 216 bis 219 ersehen:

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind, kurz gefasst, folgende: In keinem der Versuche werden die durch die fractionirte Kalkbehandlung erreichten Resultate von den durch die gewöhnliche Methode erreichten übertroffen, dagegen ist der umgekehrte Fall vielfach zu verzeichnen.

Schon nach drei- bis fünfstündiger Einwirkung des Kalkes zeigen alle fractionirt behandelten Proben einen sehr oft ganz erheblich geringeren Keimgehalt, als die entsprechenden Controlproben; dies tritt besonders deutlich hervor bei den Versuchen VI, XI, XII und XIII. Bei Fall VI hatte ein fractionirter Kalkzusatz von im Ganzen 0,2 % die Keimzahl des Canalwassers nach vier Stunden auf 3000 in einem Cubikcentimeter herabgedrückt, während in der entsprechenden Controlprobe — bei

Tabelle IV.

Nummer des Versuchs	Anz. d. Keime in 1 ccm frischem Canalwasser	Erster CaO-Zusatz in Procenten	Dauer der Sedimentirung Minuten	Zweiter CaO-Zusatz in Procenten	Anzahl der Keime in 1 ccm geklärtem Canalwasser, Culturen angelegt nach ½	1	1½	2	3	4	5	6	24	Gesammt-Alkaligehalt auf CaO umgerechn. nach 24 St.[1])
					stündiger Einwirkung des Kalkes									
I	5 900 000	0,1 % Controlversuch										Umgeschüttelte Flüssigkeit	Nach 5 Tagen 5000	0,032
		0,05	10	0,05									nach 5 Tagen 200	0,028
		0,05	10	0,025									nach 5 Tagen 5000	0,025
II	5 797 000	0,15 % Controlversuch										Rollröhrchen von der umgeschütteten Flüssigkeit	nach 4 Tagen viele	0,075
		0,05	10	0,1						Nach 7 Tag. einzelne[2])			nach 7 Tagen einzelne	0,061
		0,05	10	0,075						nach 5 u. 7 T. einige			nach 7 Tagen einzelne Col.	0,048
III		0,1 % Controlversuch										Rollröhrchen von der umgeschütteten Flüssigkeit	nach 11 Tag einzelne	0,06
		0,05	10	0,05									einzelne	0,056
		0,05	10	0,025									mehrere Keime	0,036
IV	5 800 000	0,15 % Controlv.			Nach 3 Tagen 1 145 000		Umgeschüttelte Flüssigkeit	nach 5 T. 28 200	Umgeschüttelte Flüssigkeit	nach 8 T. 31 200	nach 4 u. folgenden T. einige		nach 4 T. einzelne Keime	0,063
		0,05	10	0,1	nach 3 Tagen 672 600			nach 5 T. 11 000		nach 8 T. einige	2 T. steril, dann einzelne		nach 4 T. einzelne	0,068
		0,05	10	0,075	nach 3 Tagen 1 790 000			nach 5 T. 26 000		nach 8 T. 6 700	nach 2 T. einzelne, dann mehr. Col.		nach 8 Tagen 170	0,088

V	0,15 % Controlversuch					Umgeschüttelte Flüssigkeit	nach 6 T. 109 900				Umgeschüttelte Flüssigkeit	Nach 7 Tagen einzelne	0,102
	0,05	60	0,10				nach 6 T. 21 700					Nach 7 Tagen einzelne	0,0602
	0,05	60	0,075				nach 6 T. 15 600					Nach 7 Tagen einzel. Colon.	0,0526
VI	0,20 % Controlversuch							nach 3 T. 33 600	nach 5 T. 23 700				0,0644
	0,1	60	0,1					nach 3 T. 10 000	nach 5 T. 3000				0,0764
	0,1	60	0,05					nach 3 T. 105 700	nach 5 T. 39 700				0,0341
VII	0,30 % Controlversuch			Rollröhrchen	Einige Colonien			Einzelne Colonien	nach 4 Tagen 4300	nach 8 Tagen 4800	nach 3 Tagen einzelne	Klare Flüssigkeit steril	0,091
									nach 8 Tagen 10 300			Umgeschüttelte nach 5 Tagen verflüssigt	
	0,05	60	0,15		Viele Colon.			nach 3 Tagen 26 300	nach 8 Tagen 15 100	nach 3 Tagen 7300	nach 3 Tagen einzelne	nach 4 Tagen einzelne	0,0638
	0,05	60	0,1		Viele Keime			nach 3 Tagen viele	nach 2 Tagen viele	nach 3 Tagen 534 000	nach 3 Tagen viele	nach 4 Tagen einige verflüssigt	0,0498

1) Die absteigende Reihenfolge der Zahlen ist entsprechend der Höhe der zugesetzten Kalkprocente.

2) Die Keimzahlen ohne nähere Bezeichnung sind immer auf die klare Flüssigkeitsschichte der betreffenden Probe zu beziehen.

Nummer des Versuchs	Anz. d. Keime in 1 ccm frischem Canalwasser	Erster Kalkzusatz in Procenten	Dauer der Sedimentirung Minuten	Zweiter CaO-Zusatz in Procenten	Anzahl der Keime in 1 ccm geklärtem Canalwasser, Culturen angelegt nach									Gesammt Alkaligehalt auf CaO umgerechnet n. 24 St.
					1/2	1	1 1/2	2	3	4	5	6	24	
					stündiger Einwirkung des Kalkes									
VIII	4 250 000	0,3 % Controlversuch							Klare Flüssigkeit nach 6 Tg. 2900 umgeschüttelte Flüssigkeit 156 000		Klare Flüssigkeit nach 6 Tg. 1700 umgeschüttelte Flüssigkeit 11 600		Klare Flüssigkeit einzelne umgeschüttelte Flüssigkeit viele, Kultur verflüssigt	0,058
		0,05	60	0,2	Klare Flüssigkeit				nach 6 Tg. 2100		nach 6 Tg. 560		steril	0,074
		0,05	60	0,1	Klare Flüssigkeit				nach 6 Tg. 9800		nach 6 Tg. 4800		nach 6 Tagen einzeln	0,0464
IX		0,3 % Controlversuch				Klare Flüssigkeit nach 4 Tg. 13 900, nach 10 T. verflüssigt			nach 10 T. 800				nach 10 Tag einzelne	0,1064
					umgeschüttelte Flüssigkeit	nach 4 Tg. 690 000			nach 4 Tag. 9000 nach 10 Tag. verflüssigt.				nach 4 Tagen viele	
		0,10	60	0,2	Klare Flüssigkeit	nach 4 Tg. einzelne			nach 10 T. 290				steril	0,115
		0,1	60	0,15	Klare Flüssigkeit	nach 10 T. 1180			nach 10 T. 570				steril	0,0974

X	0,2 %		Controlversuch	Klare Flüssigkeit				nach 8 Tagen einzelne Keime	0,0431
				Bodenschicht				nach 4 Tagen viele, Kultur verflüssigt	
	0,075	60	0,125	Klare Flüssigkeit				steril	0,0739
				Bodenschicht				einzel. Keime	
	0,075	60	0,075	Klare Flüssigkeit				steril	0,0655
				Bodenschicht				einzel. Keime	
XI	0,2 %		Controlversuch	Klare Flüssigkeit	nach 6 Tag. 3900			einzelne	0,0784
				Bodenschicht	nach 6 Tag. 12 000			mehrere Keime nach 4 Tagen Cultur verflüss.	
	0,05	60	0,15	Klare Flüssigkeit	nach 6 Tag. 480			steril	0,0744
				Bodenschicht	nach 6 Tag. 8500			einzelne	
	0,05	60	0,05	Klare Flüssigkeit	nach 6 Tag. 3900			einzelne	0,0414
				Bodenschicht	nach 6 Tag. 13 300			einzel. Keime	
XII	0,2 %		Controlversuch	Klare Flüssigkeit		nach 5 Tag. 2900		steril	0,0817
				Bodenschicht		nach 5 Tag. 4900		viele Cultur verflüssigt	
	0,05	60	0,15	Klare Flüssigkeit		nach 5 Tag. 132		steril	0,0817
				Bodenschicht		nach 8 Tag. 1800		einzelne	
	0,05	60	0,05	Klare Flüssigkeit		nach 3 Tag. 6000		einzelne	0,0431
				Bodenschicht		nach 3 Tag. 10 300		mehrere	
XIII	0,2 %		Controlversuch	Klare Flüssigkeit		nach 5 Tag. 1478			0,0566
				Bodenschicht		Platte von Schimmelpilzen überwuchert			
	0,05	60	0,15	Klare Flüssigkeit		nach 5 Tag. 150			0,0756
				Bodenschicht		8700			
	0,05	60	0,05	Klare Flüssigkeit		nach 5 Tag. 24 700			
				Bodenschicht		nach 5 Tag. 141 900			0,0336

einmaligem Kalkzusatz — noch die achtfache Zahl an lebensfähigen Bacterien zu constatiren war. Noch deutlicher ist dieser Unterschied bei Probe XI, drei Stunden nach dem Vermischen mit Kalk ist bei dem zweimaligen Kalkzusatz die Keimzahl eine sehr geringe geworden, bei der Controlprobe beträgt dieselbe mehr als das Neunfache, auch hat bei diesem Versuch die fractionirte Behandlung mit 0,1 proc. Kalk nach drei Stunden beinahe dieselbe Wirkung ausgerichtet wie die doppelte Kalkmenge bei dem einmaligen Zusatz. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei IX. Auch die Resultate der Versuche XII und XIII sprechen sehr zu Gunsten der fractionirten Behandlung.

Noch günstiger liegen die Ergebnisse nach 24stündiger Einwirkung des Kalkes, wie die Versuche VIII, IX, X und XI darthun. Hier ist durch die modificirte Behandlung eine vollständige Vernichtung der Keime in der klaren Flüssigkeit erreicht worden, während sich in den entsprechenden Controlproben immer noch Keime lebensfähig erhalten haben.

Das Sediment zeigte immer eine ungleich höhere Keimzahl als die geklärte Flüssigkeit, doch weist der beim zweiten Kalkzusatz entstandene Niederschlag stets weniger Bacterien auf als der bei der gewöhnlichen Methode entstandene. Der beim zweiten Kalkzusatz entstehende Niederschlag erscheint nur wenig grau, dürfte demnach zum grössten Theil aus Kalksalzen bestehen; es liegt somit die Vermuthung nahe, dass derselbe verhältnismässig leicht zur Wiedergewinnung des Kalkes zu verwerthen wäre.

Der Alkalescenzgrad hat sich nach 24 Stunden in den Proben derart verändert, dass er von der Menge des zugesetzten Kalkes unabhängig erscheint. Ein Unterschied in der Menge des gelösten Kalkes zwischen den beiden Behandlungsweisen lässt sich nicht nachweisen.

Auf Grund der vorstehenden Belege habe ich folgende Ueberzeugung gewonnen:

Durch den fractionirten Zusatz des Kalkes zu Canalwasser lässt sich die desinficirende Wirkung desselben steigern.

Mit dem nach dem Vermischen mit Kalk sich sedimentirenden Material werden viele Bacterien und Dauerformen derselben mitgerissen und erhalten sich in dem Niederschlag lebensfähig.

Auch ein kleiner Zusatz von Kalk bewirkt verzögertes Wachsthum der Mikroorganismen.

Die Belästigung durch das frei werdende Ammoniak ist bei der fractionirten Reinigungsmethode geringer als bei der gewöhnlichen, weil die Entwicklung desselben in zwei Phasen stattfindet.

Der Alkalescenzgrad des geklärten Wassers steigt nicht proportional dem Kalkzusatz.

Alkalescenz und Kalkvertheilung im geklärten Canalwasser.

Die letzte der angeführten Beobachtungen schien mir der näheren Untersuchung werth. Ich wollte erfahren, wie die Alkalescenz und der Calciumoxydgehalt des mit Kalkmilch in verschiedenen Verhältnissen vermischten Canalwassers zunimmt.

Die Kalkmilch wurde wie bei den früheren Versuchen im Verhältnis von 1 : 40 hergestellt, das Canalwasser war ebenfalls aus derselben Pumpstation wie früher.

Die Proben wurden mit verschiedenen Procenten Kalk gut vermischt und drei Stunden darnach geprüft. Zur Untersuchung nahm ich nur die klare Flüssigkeit.

Die Alkalescenz bestimmte ich durch Titration mit Normalsalzsäure unter Anwendung der Tüpfelreaction und rechnete den gefundenen Alcalescenzgrad auf CaO um; die Menge des gelösten Kalkes wurde nach der Mohr'schen Methode ermittelt.

Die Resultate ergeben sich wohl klar aus Tabelle V S. 222.

Wie die Befunde ergeben, steigt der Alkalescenzgrad nicht regelmässig mit dem Kalkgehalt und dem Kalkzusatz.

Die Alkalescenz beträgt auf CaO berechnet von zugesetztem Kalk nur einen Bruchtheil, ein grosser Rest liegt im Sediment. Es sind sicher in der Canaljauche eine grosse Menge solcher Stoffe vorhanden, welche Kalk in Beschlag nehmen, welcher dann unwirksam im Niederschlag sich befindet.

Bei zwei Proben untersuchte ich, wie viel Ammoniak drei Stunden nach dem Hinzufügen des Kalkes noch nachweisbar ist. 100 ccm des frischen Canalwassers ergaben 0,0102 g Ammoniak (NH_3). In 100 ccm der Probe, die mit 0,2 proc. CaO gemischt worden war, waren drei Stunden nach dem Kalkzusatz noch 0,0085 g Ammoniak nachweisbar, in der Probe mit 0,05 proc. CaO war nach dieser Zeit eine Abnahme des Ammoniaks nicht zu constatiren. Die Bestimmung des Ammoniaks wurde nach der Schloesing'schen Methode ausgeführt. Es gehört somit eine relativ grosse Kalkmenge dazu, um sämmtliche Ammoniaksalze zu zersetzen und das Ammoniakgas aus dem Kanalwasser auszutreiben.

Tabelle V.

Zu 100 ccm. Zusatz von CaO in Grammen	100 ccm enthalten nach 3 Stunden noch Gramme CaO		Es befinden sich mithin im Sediment Gramme
	aus dem Alkalescenzgrad berechnet	nach d. Mohr'schen Methode gefunden	
0,3	0,053	0,046	0,25
0,2	0,027	0,056	0,14
0,15	0,031	0,025	0,12
0,1	0,017	0,004	0,06
0,05	0,011	0,011	0,04

Bei einem Zusatz von CaO-Procent.	sind davon Procente		
	zu ermitteln durch die Alkalescenz	in Lösung	in Sediment
0,3	17	15	83
0,2	13	28	70
0,15	21	16	80
0,1	17	4	60
0,05	22	22	80

Chemische Beschaffenheit des geklärten Abwassers und des damit gemischten Flusswassers.

Kann man nun ein mit Kalk gereinigtes Wasser ohne Bedenken vom Standpunkt des Chemikers aus dem Flusse übergeben? Wie verhält es sich mit der Alkalescenz, dem hohen Kalk- und Chlorgehalt und der organischen Substanz des geklärten Wassers beim Vermischen mit dem Flusswasser?

Ich habe einen Fall aus dem täglichen Leben in dieser Hinsicht der näheren Untersuchung unterzogen. Das Material lieferte mir das Wasser der Kläranstalt zu Potsdam, wo das Ab wasser der Stadt vor dem Einleiten in die Havel der Klärung nach dem »Roeckner-Rothe'schem Verfahren unterworfen wird.

Ich bestimmte zuerst in dem ungeklärten Wasser die organische Substanz mittels Kaliumpermanganat und das Chlor in der Asche durch Titriren mit $^1/_{10}$ Normal-Silberlösung; im gereinigten Wasser ermittelte ich neben den eben genannten Stoffen den Gehalt an Calciumoxyd und die Alkalescenz und untersuchte dann, wie diese Substanzen beim Vermischen mit Wasser in verschiedenen Verhältnissen abnehmen.

Ich kam zu folgenden Ergebnissen:

Tabelle VI.

		Canalwasser vor der Reinigung	Canalwasser nach der Reinigung	Das geklärte Canalwasser gemischt mit dem 15 fachen Volumen Leitungswasser	30	50	Das zur Mischung verwendete Leitungswasser
Die organische Substanz v. 1000 ccm reducirt Gramme Kaliumpermanganat		13,9	0,237	0,0348	0,0324	0,0264	0,0201
1000 ccm enthalten Gramme	Calciumoxyd		0,60	0,052	0,043	0,043	0,043
	Chlor	0,25	0,36	0,036	0,026	0,021	0,017
	gebrauchen Cubikcentimeter Normalsäure zur Neutralisat.	0	22	1,2	0,6	0,2	0
Calciumoxyd berechnet aus dem Alkalescenzgrad in 1000 ccm			0,616	0,0336	0,0168	0,0056	

Der Gehalt an organischer Substanz wurde in den Mischungen annähernd proportional den Verdünnungsverhältnissen gefunden; der Alkalescenzgrad, der Chlor- und Calciumoxydgehalt aber nehmen bei der Verdünnung mit Wasser in einem grösseren Verhältniss ab, als dem Verdünnungsgrad entspricht und sind schon bei der 15fachen Verdünnung soweit zurückgegangen, dass wohl kaum Bedenken an der Unschädlichkeit dieser Mischung mehr bestehen; bei der 50fachen Verdünnung ist keine Erhöhung

des Härtegrades des Leitungswassers mehr zu constatiren, auch reagirt das Wasser nur noch eine Spur alkalisch.

Es lässt sich wohl im allgemeinen sagen, dass ein mit Kalk geklärtes Wasser seiner chemischen Beschaffenheit nach ohne Bedenken einem Flusse übergeben werden kann.

Nicht so allgemein lässt sich diese Frage vom bacteriologischen Standpunkte aus beantworten.

In praxi wird wohl selten eine so grosse Kalkmenge verwendet, dass eine vollständige Desinfection des Abwassers eintritt; es behält aber ein ungenügend gereinigtes Wasser stets eine bedenkliche Beschaffenheit.

Wir wissen aus den Arbeiten von Pasquay, dass im Münchener Canalwasser pathogene Mikroorganismen stets vorkommen.[1]) So werden sich auch überall, wo die Abgänge der Menschen dem Canalwasser übergeben werden, Krankheitserreger in dem letzteren finden. Es wird nun allerdings die Kalkmenge, welche zur Klärung hinreicht, auch genügen, um eine Vernichtung oder wenigstens Fällung zahlreicher und in erster Linie beweglicher Bacterienarten (Typhus- und Cholerabacillen) zu bewirken, aber wir wissen nicht, ob nicht gerade in den resistenten Arten, die einem hohen Kalkzusatz trotzen, solche pathogener Natur vorliegen, die in den Fluss und ausserhalb der Desinfectionswirkung des Kalkes gelangt, sich weiter entwickeln und als Krankheitsüberträger die Gesundheit der Menschen gefährden.

Diese Frage läſst sich natürlich nicht allgemein entscheiden.

Einige der Kalkmilch gegenüber sehr resistente Bacterien im Berliner Canalwasser.

Bei meinen Desinfectionsversuchen mit Kalkmilch habe ich die Beobachtung gemacht, dass es fast immer gleich aussehende Colonien waren, welche sich auf den aus Proben mit starkem Kalkzusatz angelegten Platten entwickelten. Ich unterzog dieselben einer näheren Untersuchung, hauptsächlich um festzustellen, ob denselben pathogene Wirkung zukomme.

1) Forschungsberichte über Lebensmittel und ihre Beziehungen zur Hygiene, 1895, S. 126.

Vor allem waren es vier verschieden aussehende Colonien, die bei jedem Versuche wiederkehrten und aus denen häufig allein die Zahl der nach einem relativ hohen Kalkzusatz noch wachsenden Kolonien bestand. Ich legte von den betreffenden Herden der bei verschiedenen Versuchen überlebenden Bacterien Reinculturen an und unterzog die einzelnen Arten unter sich einer genauen Vergleichung, um sicher zu sein, dass ich es immer mit ein und derselben Species zu thun hatte.

Nach diesen Vorarbeiten ging ich an die Untersuchung der morphologischen und biologischen Eigenschaften der einzelnen Arten. Ich habe die einzelnen Colonien nach ihrem Aussehen bei schwacher — sechzigfacher — Vergrösserung benannt.

I. Nierenförmige Colonie.

Der von dieser Colonie angelegte hängende Tropfen zeigte ziemlich grosse, unbewegliche Coccen, die zum Theil als Diplococcen, zum Theil in Tetraden angeordnet erschienen. Der Durchmesser dieser Coccen beträgt etwa 0,7 μ; dieselben sind kreisrund und zeigen auch bei der Anordnung als Diplococcen keine Einbuchtung.

Sie wachsen auf den gewöhnlichen Nährböden bei Sauerstoffanwesenheit.

Auf der Gelatineplatte gedeihen sie als runde oder nierenförmige Colonien mit glattem, hellen Rande ohne Ausläufer. Die ganz jungen Colonien zeigen sich als weisse, glänzende, über die Gelatine hervorragende Häutchen, die Aehnlichkeit mit den jungen Colonien von Bacterium coli commune haben, im entwickelten Stadium erscheint der Rand ebenfalls hell, die Mitte braun. Die Colonie senkt sich nur wenig in die Gelatine ein und verflüssigt dieselbe nicht.

Auf Agar-Agar bilden sich schmutzig gelbe Ueberzüge, die sich leicht ablösen lassen.

Am ausgiebigsten wachsen die Coccen bei Zimmertemperatur, weniger energisch bei 37°.

In dem mit schwach alkalischer Traubenzuckerbouillon gefüllten Gärungskölbchen erfolgt nur Wachsthum an der mit der

Luft in Contact befindlichen Seite. Die Säule des Kölbchens wird nicht getrübt, die Reaction der Nährflüssigkeit bleibt unverändert, Gasentwicklung findet nicht statt.

Auf Kartoffeln bildet der Coccus einen feuchten, schmierigen gelblichen Belag, derselbe zeigt in hängenden Tropfen untersucht die Einzelzellen mit einander verquollen (Zoogloea). Die Kartoffel wird dunkel gefärbt.

Da die Coccen bei Körpertemperatur (37°) noch wachsen, so lag die Vermuthung nahe, dass es sich um eine pathogene Species handele, ich impfte daher weisse Mäuse mit kleinen Quantitäten subcutan. Das Material zu diesen Thierversuchen entnahm ich frischen, aus geklärtem Canalwasser auf Gelatineplatten gezüchteten Colonien, legte von denselben Agarculturen an, welche ich zwei Tage im Brütschrank wachsen liess und nahm mit dem so vorbereiteten Material die Impfung vor. Vier von verschiedenen Colonien derselben Species geimpfte Mäuse blieben gesund.

Schliesslich prüfte ich die Resistenz der Coccen Erhitzung gegenüber. Ich brachte von einer Bouilloncultur geringe Quantitäten in dünnen Röhrchen in ein constant auf 60° gehaltenes Wasserbad. Nach 3, 5 und 10 Minuten nahm ich je ein Röhrchen heraus, kühlte es in einem bereit gestellten Wasserbad von 8 Grad rasch ab und legte Gelatineplatten an.

Drei Minuten lange Erwärmung hatte die Coccen, wie sich aus Controlversuchen ergab, nur wenig geschädigt. Die Cultur jedoch, die 5 Minuten lang auf 60° erhitzt worden war, zeigte auf eine Öse voll Material nur noch zwei entwicklungsfähige Keime gegen 12000 in der entsprechenden Quantität der Controllflüssigkeit. Die zehn Minuten lange Erhitzung hatte alle Keime erstickt.

II. Gelbe Colonien.

Im hängenden Tropfen betrachtet, zeigt sich die Colonie als bestehend aus ca. 1,5 μ langen, unbeweglichen, ziemlich dicken Stäbchen mit Köpfchensporen (Trommelschlägerform), letztere erscheinen im gefärbten Präparat eiförmig.

Der Bacillus gedeiht bei Zimmertemperatur auf allen gebräuchlichen Nährböden. Bei 37° findet kein Wachsthum statt, während dasselbe bei 28° noch ein sehr kräftiges ist.

Auf der Gelatinplatte zeigen sich die ganz jungen Colonien als glänzende, stark lichtbrechende Pünktchen, die sich in ihrem weiteren Entwicklungsstadium schwach schwefelgelb färben und auch dem blossen Auge sich in dieser Farbe darbieten. Die entwickelten Colonien, die tief in die Gelatine eindringen, sind rund und ganzrandig. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

In der Gelatinestichcultur entwickeln sich die Bacillen in der ganzen Länge des Stichcanals.

Auf der Agaroberfläche entstehen graugelbe Beläge.

Auf der Kartoffel bildet sich ein gelber feuchter Ueberzug, während die Kartoffel dunkel gefärbt und vollkommen durchweicht wird.

Im Gärungskölbchen in schwach alkalischer Traubenzuckerbouillon gezüchtet, gedeiht der Bacillus sehr gut, die Reaction der Bouillon wird nicht verändert, das Säulchen des Kölbchens nicht getrübt, Gasentwicklung findet nicht statt.

Da der Bacillus bei Brüttemperatur nicht zu wachsen vermag, ist auch jede pathogene Eigenschaft desselben ausgeschlossen, ich unterliess desshalb hier die Thierversuche.

Bei der Prüfung der Resistenz wandte ich, weil Sporenmaterial vorlag, höhere Temperaturgrade an, wie bei den anderen Arten. Ich brachte mit einer Aufschwemmung von Sporen getränkte und wieder getrocknete Seidenfaden lose in Filtrierpapier eingewickelt in strömenden Dampf von 100° und kam zu folgenden Resultaten:

Dauer der Einwirkung des Dampfes:	Zahl der noch entwicklungsfähigen Keime:
30 Secunden	175
60 »	150
2 Minuten	150
3 »	38
6 »	5
10 »	0

Wir haben es also im vorliegenden Material mit einer auch gegen Hitze äusserst widerstandsfähigen Species zu thun.

III. Grüne Colonie.

Eine auf der Gelatinplatte bei schwacher — sechzigfacher — Vergrösserung grasgrün aussehende Colonie erschien im hängenden Tropfen untersucht gebildet aus kleinen Coccen ohne bestimmte Anordnung; dasselbe Bild bot das gefärbte Dauerpräparat.

Auf der Gelatine wachsen die Coccen als ganzrandige oft runde meist aber eiförmige Colonien, die in etwas vorgeschrittenem Stadium bei schwacher Vergrösserung grasgrün erscheinen, tief in die Gelatine eindringen und sie sehr langsam verflüssigen.

Das Wachsthum ist bei Zimmertemperatur, wie bei Brüttemperatur ein gleich gutes.

Auf allen gebräuchlichen Nährboden gedeihen die Coccen.

Auf Agar bildet sich ein farbloser, feuchter, dünner Ueberzug, der sich leicht mit der Nadel abheben lässt.

Die Coccen säuern alcalische Traubenzuckerbouillon, ohne dass Gasentwicklung eintritt und ohne Trübung des Gärungskölbchensäulchens.

Die Kartoffelcultur erscheint als gelber Belag, während die Kartoffel dunkler gefärbt wird.

Da das kräftige Wachsthum der Coccen bei 37° vermuthen lässt, dass dieser Art pathogene Eigenschaften zukommen, so stellte ich mit frisch aus geklärtem Canalwasser gezogenen Culturen Thierversuche in ganz derselben Weise, wie oben beschrieben an. Als Versuchsthiere dienten mir auch hier weisse Mäuse. Vier subcutan geimpfte Mäuse blieben am Leben.

Die Resistenz Erhitzung gegenüber ist bei dieser Species geringer wie bei den vorigen.

Eine drei Minuten lange Erhitzung auf 60° genügte, um von 690000 Keimen alle bis auf drei zu vernichten; fünf Minuten langes Erwärmen auf diese Temperatur hob die Entwicklungsfähigkeit der Keime vollständig auf.

IV. Goldgelbe Colonie.

Diese Colonie, die ich bei allen meinen Versuchen fand, unterscheidet sich schon durch ihre viel intensivere, rein goldgelbe Farbe von der oben beschriebenen gelben Art. Schon im ganz jungen Zustand erscheinen die Colonien dem unbewaffneten Auge sowohl, wie bei schwacher Vergrösserung als gelbe Pünktchen, deren Färbung mit der weiteren Entwicklung intensiver wird.

Im hängenden Tropfen, wie auch im gefärbten Präparat, zeigen sich grosse Coccen, welche wie Sarcinen zusammenlagern, aber nicht ausschliesslich in dieser Form gefunden werden, an Grösse stimmen diese Coccen mit den Sarcinen überein.

Die Form der Colonien auf der Gelatine ist kreisrund, seltener mit Ausläufern in den umgebenden Nährboden, der Rand ist glatt.

Das Wachsthum auf den Nährboden beschränkt sich nur auf die Oberfläche, die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Die Coccen gedeihen sehr gut bei Zimmertemperatur, auch noch bei 28°, bei 37° findet keine Entwicklung statt, eine pathogene Bedeutung kommt demnach auch dieser Species nicht zu.

Auf Kartoffeln ist das Wachsthum ein sehr geringes, fünf Tage nach dem Ueberimpfen war nur eine schwache schmutziggelbe Färbung auf der Oberfläche zu sehen.

Auf Agar bildet sich ein goldgelber, schmieriger, zäher Belag, der sich nur schwer mit der Nadel entfernen lässt.

In Bouillon und Traubenzuckerbouillon gedeihen die Coccen sehr gut, ohne dass sie die Reaction des Nährbodens verändern oder Gase entwickeln.

In der Resistenz gegen Hitze schliesst sich diese Species der vorigen an, eine drei Minuten lange Erwärmung auf 60° genügte schon, um sämmtliche Keime zu vernichten.

Es sind also im Berliner Canalwasser hauptsächlich vier Bacterienarten, die sich als äusserst resistent dem Kalk gegenüber erwiesen, keiner derselben kommt jedoch eine pathogene Bedeutung zu.

Die vorliegende Arbeit wurde im Wintersemester 1894/95 im hygienischen Universitätsinstitut zu Berlin begonnen und ebendaselbst im Sommersemester 1895 zu Ende geführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht an dieser Stelle meinen hochverehrten Lehrern Herrn Professor Dr. Max Rubner und Herrn Privatdocenten Dr. Carl Günther für das mir im reichsten Maasse erwiesene Wohlwollen und für die vielfache Anregung und Unterstützung meinen besten Dank auszusprechen.

Ueber die Wirkung der stickstoffwasserstoffsauren Salze auf pflanzliche Mikroorganismen.

Von

A. Schattenfroh.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität München.)

Bereits vor mehreren Jahren hat Löw[1]) seine diesbezüglichen Untersuchungen, in die er auch niedere thierische Organismen einbezogen hatte, mitgetheilt.

Zu deren Ergänzung und Erweiterung wurden einige Versuche angestellt, wozu uns Herr Professor Th. Curtius zwei, aus seinem Laboratorium stammende Präparate, das Natrium- und Ammoniumsalz in dankenswerther Weise zur Verfügung stellte. Es wurden dieselben Wirkungen beobachtet, wie sie schon Löw gefunden hatte: die Salze wirkten auf alle in Betracht gezogenen Mikroorganismen stark wachsthumshemmend, und zwar ziemlich gleichmässig auf Schimmel-, Spross- und Spaltpilze; innerhalb letzterer zeigten sich kleine Differenzen, die wohl kaum von grosser Bedeutung sein dürften.

Als Culturflüssigkeiten wurden für die Schimmel- und Sprosspilze Bierwürze, für die Bacterien und Cladothrix-Arten Pepton-Fleischwasser verwendet, und durch Vermischen mit wässrigen N_3Na- resp. N_3NH_4-Lösungen Concentrationen von 1—$^1/_{20}$ ‰ hergestellt. Stets wurden die Culturen beim jeweiligen Temperaturoptimum gehalten; auch wurde das Wachsthum mikroskopisch controlirt.

1) Berichte d. d. chem. Ges., 1891, II, 1 B.

Folgende Tabellen geben die Einzelheiten:

1. Versuch (N_3Na).

	1 ‰	1/2 ‰	1/10 ‰	1/20 ‰	0 (Control. R.)
Bac. subtil.	kein Wachsthum	kein Wachsthum	schwache Trübung	deutliche Trübung	mässige Trübung
B. prodig.	»	»	»	starke Trübung	starke Trübung
B. coli c.	schwache Trübung	starke Trübung	sehr starke Trübung	sehr starke Trübung	sehr starke Trübung
Staphyloc. albus	kein Wachsthum	kein Wachsthum	schwache Trübung	starke Trübung	starke Trübung

2. Versuch (N_3Na).

	1 ‰	1/2 ‰	1/10 ‰	1/20 ‰	0 (Control. R.)
Aspergillus fumig.	kein Wachsth	kein Wachsthum	sehr schw. Wachsthum	schwaches Wachsthum	üppiges Wachsthum
Mucor cor.	»	»	»	»	»
Soorpilz	»	»	»	»	»
Cladothrix odorif. (Rullmann)	»	»	kein Wachsthum	»	»
Weisse Hefe	»	»	»	»	»
Schw. Hefe	»	»	»	»	»
Pyocyaneus	»	»	starke Trübung	starke Trübung	»

3. Versuch (N_3NH_4).

	1 ‰	1/2 ‰	1/10 ‰	1/20 ‰	0 (Control. R.)
Aspergillus fumig.	kein Wachsth.	kein Wachsthum	kein Wachsthum	schwaches Wachsthum	sehr üppiges Wachsthum
Mucor. cor.	»	»	»	»	»
Cladothrix dichot.	»	»	»	»	»
Schw. Hefe	»	»	»	»	starkes Wachsthum
Pyocyaneus	»	deutliche Trübung	starke Trübung	starke Trübung	»
Prodigiosus	»	kein Wachsthum	schwache Trübung	»	»

4. Versuch (N_3NH_4).

	1 ‰	1/2 ‰	1/10 ‰	1/20 ‰	0 (Control. R.)
B. anthrac. .	kein Wachsth.	kein Wachsthum	kein Wachsthum	schwaches Wachsthum	starkes Wachsthum
B. coli c. .	»	schwaches Wachsthum	starkes Wachsthum	sehr starkes Wachsthum	sehr starkes Wachsthum
B. typhi . .	»	kein Wachsthum	schwaches Wachsthum	»	»
Streptoc. erys.	»	»	»	»	»
Staphyl. aur.	»	»	»	»	»
Sacharomyc. cerev.	»	»	kein Wachsthum	schwaches Wachsthum	»
Weisse Hefe	»	»	»	»	starkes Wachsthum

Die starke antiseptische Wirkung dieser Salze schliesst natürlich eine Assimilation ihres Stickstoffs durch die niederen Lebewesen aus; dass eine solche bei Gewöhnung an das Gift möglich wäre, erscheint nicht undenkbar, wurde jedoch wegen des geringen praktischen Interesses nicht weiter untersucht.

Ueber die Beziehungen der Phagocytose zur Alexinwirkung bei Sprosspilzen und Bacterien.

Von

A. Schattenfroh.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität München.)

Bringt man Aufschwemmungen von Hefe Versuchsthieren in die Bauchhöhle, so gehen die Hefezellen bald zu Grunde. Es bildet sich in kürzester Zeit ein stark leukocytenhaltiges Exsudat, und tödtet man die Thiere 1—2 Stunden nach der Injection oder entnimmt man mittels Glascapillaren von der Exsudatflüssigkeit, so findet man bei der mikroskopischen Untersuchung wenig freie Hefe, doch viele in den Leukocyten eingeschlossene Zellen und eine Unmasse von weissen Blutkörperchen, daneben auch rote. Durch Ausstreichen des Exsudats auf Bierwürze-Agar überzeugt man sich, dass die Hefe bis auf wenige Keime zu Grunde gegangen ist. Es wurden an Kaninchen und Meerschweinchen fünf derartige Versuche gemacht.

Es handelte sich nun darum, den Grund für den raschen Tod der eingeführten Hefe festzustellen. Im Vorhinein sei gesagt, dass es in diesem Falle im wesentlichen die Phagocytose ist, während der directen Alexinwirkung hier eine nur untergeordnete Bedeutung zukommt.

Zunächst wurden frisch entzogenes defibrinirtes Blut und Blutserum in ihrer Wirkung auf Hefezellen geprüft. Die dabei in Anwendung gekommene Methode war die herkömmliche, oft bewährte, wie sie im hiesigen Institute stets geübt wird.

Als Aussaatmaterial dienten in physiol. Kochsalzlösung aufgeschwemmte 2—5 tägige Agarculturen von Bierhefe. Die jeweils in den Proben vorhandene Zahl keimfähiger Hefezellen wurde mittels Plattenculturen auf Bierwürzegelatine ermittelt.

Es zeigte sich nun, dass Blut und Serum auf Hefe wirkungslos sind: es trat keine Verminderung der Keime ein.

Zu diesem Beweise ist es nöthig, den schuldigen Einfluss, welchen die höhere Temperatur an sich auf die Hefe üben könnte, auszuschalten. Die Röhrchen wurden deshalb zunächst nur 6 Stunden bei 37°C. gehalten, dann aber in den mit 24° temperirten Thermostaten gebracht. Unsere Hefe war gegen hohe Temperatur so empfindlich, dass bei 37° nicht nur keine Vermehrung, auch nicht auf Bierwürze, eintrat, sondern dass nach einigen Tagen, oft schon nach 24 Stunden, die Keimzahl sogar wesentlich vermindert war.

Auf inactivirtem Blute resp. Serum trat keine Vermehrung ein: es enthält eben keine für Hefe leicht assimilirbaren Stoffe. Auch hierdurch wird die Beurtheilung der Alexinwirkung erschwert, da ja der niederste Grad derselben die »Entwickelungshemmung« als solche natürlich nicht erkannt werden kann; anderseits müsste die Wirkung selbst eine stärkere sein, als wenn für Nährmaterial gesorgt ist, da ja ein derselben widerstreitender Factor fehlt. Die Versuche zeigen daher, dass die Hefe in activem und inactivem Blut und Serum sich fast ganz gleich verhielt. Auf welche Weise später eine Vermehrung in den inactiven Flüssigkeiten erreicht werden konnte, wird bei den mit Exsudat angestellten Versuchen, wo es zur Anwendung kam, erwähnt werden.

Versuche mit Hefe und defibr. Kaninchenblut.

1. Versuch.

	Aussaat	Nach		
		1 Std.	5 Std.	24 Std.
2 ccm Blut	3600	4200	3800	4400
2 ccm Blut	3800	3200	3480	3660
½ Stunde auf 55° erwärmt . . .	4260	4060	4240	4600
½ Stunde auf 55° erwärmt . . .	3620	3760	3800	3820

Die Zahlen schwanken hier, wie bei fast allen Zählversuchen, innerhalb gewisser Fehlergrenzen, die bei Hefe recht weit gezogen sind, da eine genaue Vertheilung der Keime, die verschieden gross, auch in kleinen Verbänden angeordnet sind, nur schwer zu erreichen ist.

2. Versuch.

	Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
2 ccm defibr. Blut	2600	3000	2870	3020
2 ccm defibr. Blut	2860	2520	2600	2420
1/2 Stunde auf 55° erwärmt . . .	3020	3280	2780	3080
1/2 Stunde auf 55° erwärmt . . .	2500	2860	2660	3000

3. Versuch.

	Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
2 ccm defibr. Blut	2600	2620	2450	3020
2 ccm defibr. Blut	2780	2700	2600	3280
1/2 Stunde auf 55° erwärmt . . .	2980	2860	3060	2900
1/2 Stunde auf 55° erwärmt . . .	2630	2760	2940	3420

Versuche mit Hefe und Kaninchenserum.

4. Versuch.

	Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
2 ccm Serum	3680	3500	4020	5080
2 ccm Serum	3760	3600	3620	4060
1/2 Stunde auf 55° erwärmt . . .	3600	3860	3420	4200
1/2 Stunde auf 55° erwärmt . . .	3280	3000	3200	3860

5. Versuch.

	Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std	Nach 24 Std.
2 ccm Serum	3400	3260	3620	3880
2 ccm Serum	3200	3660	3700	4020
1/2 Stunde auf 55° erwärmt . . .	2860	3080	2760	2500
1/2 Stunde auf 55° erwärmt . . .	2640	2800	3020	2980

6. Versuch.

	Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
2 ccm Serum	1020	1200	1180	1560
2 ccm Serum	880	760	920	1040
1/2 Stunde auf 55° erwärmt	1260	1080	1200	1190
1/2 Stunde auf 55° erwärmt	1020	1120	980	1280

Die Wirkung des bei Versuchsthieren künstlich erzeugten Pleuraexsudats auf Bacterien übertrifft nach den Untersuchungen von Buchner und Hahn diejenige des Serums um ein Beträchtliches; es galt daher festzustellen, ob für die Hefezellen die Verhältnisse dieselben sind, ob also vielleicht dem Exsudat eine Wirkung zukommt. Zunächst wurde das Pleuraexsudat von Kaninchen verwendet, die 24 Stunden vorher Aleuronatbrei injicirt bekommen hatten. Es stellte sich nun heraus, dass das Exsudat in der That wirksam ist, und zwar zeigten sich, was bei den früheren mit Bacterien angestellten Versuchen nicht der Fall war, Unterschiede der Wirkung bei dem zum Gefrieren gebrachten und wieder aufgethauten Exsudate und bei der, der Brusthöhle möglichst rasch entnommenen, unverändert verwendeten Exsudatflüssigkeit. Letztere war bedeutend wirksamer.

7. Versuch.

Je 2 ccm Exsudatfl. + 2 ccm 0,6% Na Cl Lösung.

		Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
Frisches Exsudat	a	2080	8	0	0
	b	1890	9	0	0
Gefrornes Exsudat	a	2145	235	115	124
	b	1800	830	180	176
Inact. Exsudat	a	1980	1560	2340	3360
	b	2220	2040	1460	4600

8. Versuch.

Je 2 ccm Exsud. + 2 ccm 0,6‰ Na Cl-Lösung.

		Aussaat	Nach		
			1 Std.	5 Std.	24 Std.
Frisches Exsudat	a	4090	193	163	26
	b	5480	654	215	135
Gefrornes Exsudat	a	3924	5540	2840	6080
	b	5210	5982	5540	6360
Inact. Exsudat	a	5020	4072	6018	7040
	b	4020	5600	4900	5300

Im letzteren Falle war demnach eine Wirkung des gefrornen Exsudats überhaupt nicht zu constatiren. Der Zweck des Ein frierenlassens bei den früheren bactericiden Versuchen war bekanntlich der gewesen, die Leukocyten zu tödten, um hierdurch die Phagocytose ausschliessen zu können; da hierbei die Wirksamkeit des Exsudats nicht verändert wurde, konnte man mit Fug und Recht die Bedeutungslosigkeit letzteren Vorgangs behaupten.

Hier liegen die Dinge aber anders: Die erhöhte Wirksamkeit des »frischen« Exsudats konnte, vorausgesetzt, dass die Alexinwirkung durch das Gefrierenlassen nicht geschädigt wird, was aber, auch nach neueren Untersuchungen M. Hahn's auszuschliessen ist, nur in der Anwesenheit der lebenden Leukocyten beruhen. Dass das Wirksame die Phagocytose ist, war zwar nach den mikroskopischen Befunden äusserst wahrscheinlich; doch wäre ja auch an eine chemische Wirkung insofern zu denken gewesen, dass der lebende Leukocyt auch ausserhalb des Thierkörpers die bacterienfeindlichen Stoffe secernirt, und hierdurch das Plus an Wirksamkeit sich erklärt.

Es folgte nun eine Reihe von Versuchen, die alle den Zweck hatten, mit einem durch verschiedene Vornahmen von den lebenden Leukocyten befreiten Exsudate dieselbe Wirkung zu erzielen wie mit dem »frischen«. Wiederholtes Gefrieren und Aufthauenlassen, Zerreiben des Exsudates mit Quarzsand, wobei die geformten Bestandtheile zu Grunde gehen, sollten die in den Zellen enthaltenen Stoffe extrahiren; durch Centrifugiren des

Exsudates, wobei eine zellfreie Flüssigkeit erhalten werden konnte, sollte das Gefrieren umgangen werden; ausserdem wurde noch im Hinblick auf die Vorstellung, dass die Alexine hauptsächlich auf den, von den Mikroben ausgeübten Reiz hin secernirt werden, ein Versuch in der Weise angestellt, dass das Exsudat ¼ Stunde nach der erfolgten Hefe Aussaat zum Gefrieren gebracht wurde, natürlich mit entsprechenden Controlversuchen. Es konnte aber in keinem Fall auch nur annähernd eine gleich starke Wirkung erzielt werden, wie mit dem frischen Exsudat, während bei letzterem nach 2 Stunden immer fast alle Zellen zu Grunde gegangen waren, zeigte sich sonst fast nie eine deutliche Verminderung der Keime. Einmal wirkte das einfach zum Gefrieren gebrachte Exsudat fast ebenso stark wie das frische; dieser eine Versuch im Verein mit dem gleich anfangs angestellten beweist, dass unter Umständen — vielleicht spielen hier nur quantitative Unterschiede eine Rolle — eine deutliche und starke Alexinwirkung zu constatiren ist; alle andern aber legen klar, dass sie in den meisten Fällen versagt.

9. Versuch.

2 Röhrchen, enthaltend je 2 ccm Exsudat, werden mit Hefe versetzt und nach ¼ Stunde einfrieren gelassen. Nach etwa 2 Stunden, während deren dieselben eingefroren blieben, wird in 2 anderen Röhrchen wieder Hefe ausgesät und eine Viertelstunde später werden von diesen und von den ersten 2 Röhrchen, die schnell zum Aufthauen gebracht wurden, die Aussaatplatten gegossen; die weitere Anordnung war die gewöhnliche. — Die Hefe verträgt bekanntlich das Einfrieren sehr gut und wird nicht im geringsten dadurch geschädigt — die Zeit, während der die Röhrchen eingefroren waren, könnte für die Berechnung der Stundenzahl vernachlässigt werden, da eine Alexinwirkung in diesem Aggregatzustande wohl nicht möglich ist.

		¼ Stunde nach der Aussaat	1 Std. nach der Aussaat, resp. dem Aufthauen	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
Frisches Exsudat . . .	a	1560	120	30	0
	b	1890	86	12	0
Gefrornes Exsudat . . .	a	2200	2460	1830	2570
	b	1960	2600	2400	2200
Inact. Exsudat	a	1860	1830	1560	2600
	b	2430	2400	2560	2080

10. Versuch, mit centrifugirtem Exsudate.

		Aussaat	Nach		
			1 Std.	5 Std.	24 Std.
Frisches Exsudat	a	2020	86	24	20
	b	1880	110	25	8
Centrif. Exsudat	a	1760	1230	970	1040
	b	2460	1890	1640	730
Inact. Exsudat	a	1920	2160	2580	2020
	b	1730	1420	1260	1490

11. Versuch, mit centrifugirtem Exsudate.

		Aussaat	Nach		
			1 Std.	5 Std.	24 Std.
Frisches Exsudat	a	920	7	0	0
	b	1030	12	0	0
Centrif. Exsudat	a	860	790	1030	1200
	b	720	640	590	600
Inact. Exsudat	a	870	880	960	820
	b	1080	1190	1340	1200

Um eine Vermehrung der Hefe in dem ihr nicht zusagenden Medium zu ermöglichen, wurden dem Exsudat kleine Quantitäten neutralisirter resp. schwach alkalisirter Bierwürze zugesetzt, und die Röhrchen von vornherein in eine etwas niedrigere Temperatur gebracht (28—30° C.). Bei zweien dergestalt angestellten Versuchen (gleiche Theile Exsudat und Bierwürze) war eine Vermehrung nach 24 Stunden auf inactivem und gefr. Exsudate zu constatiren, während im frischen die Abnahme nicht wesentlich geringer war als sonst.

12. Versuch.

Exsudat mit einigen Tropfen Bierwürze versetzt. Keine Vermehrung.

		Aussaat	Nach		
			1 Std.	5 Std.	24 Std.
Frisches Exsudat	a	2600	72	16	0
	b	2800	66	5	4
Gefrornes Exsudat	a	2950	93	24	38
	b	2530	110	36	39
Inact. Exsudat	a	2800	2950	2630	2200
	b	2700	2620	2680	1960

13. Versuch.

Bierwürze und Exsudat zu gleichen Theilen.

		Aussaat	Nach		
			1 Std.	5 Std.	24 Std.
Frisches Exsudat	a	1860	210	86	96
	b	2030	250	78	120
Gefrornes Exsudat	a	1760	1830	1980	4650
	b	1920	2060	2580	7900
Inact. Exsudat	a	2260	2480	1880	8040
	b	2190	1820	2730	6500

14. Versuch.

Bierwürze und Exsudat zu gleichen Theilen.

		Aussaat	Nach		
			1 Std.	5 Std.	24 Std.
Frisches Exsudat	a	1230	200	83	160
	b	1250	180	82	86
Gefrornes Exsudat	a	1420	1360	1780	4090
	b	1590	1800	1660	5720
Inact. Exsudat	a	1480	1580	1620	4080
	b	1020	960	1600	5420

15. Versuch.

Durch etwa halbstündiges Zerreiben des Exsudats mit feinstem Quarzsand gehen die weissen und rothen Blutkörperchen vollkommen zu Grunde; man sieht mikroskopisch nur mehr Detritus. Durch Centrifugiren erhält man eine klare Flüssigkeit, die sich als ganz unwirksam erwies.

		Aussaat	Nach		
			1 Std.	5 Std.	24 Std.
Frisches Exsudat	a	2430	56	0	0
	b	2590	83	50	0
Zerriebenes Exsudat	a	2260	2830	2060	1870
	b	2500	2560	2430	2860
Inact. Exsudat	a	1860	1950	2570	2430
	b	2160	2100	2580	2600

16. Versuch.

Exsudat wird zum Gefrieren gebracht und wieder aufgethaut und dies 3 mal wiederholt; das Aufthauen erfolgte in einem auf 37° C. erwärmten Wasserbade. Das auf solche Weise (während etwa 2 Stunden) behandelte Exsudat war unwirksam.

		Aussaat	Nach		
			1 Std.	5 Std.	24 Std.
Frisches Exsudat	a	2560	116	24	0
	b	2430	83	0	0
Gefrornes Exsudat	a	2060	1860	1730	1830
	b	2220	1940	1750	1640
Inact. Exsudat	a	2590	2290	2130	2400
	b	2840	2640	2520	2380

Während aller dieser Versuche wurden die Resultate stets mikroskopisch controlirt: in allen Fällen war im frischen Exsudat zahlreiche Phagocytose zu constatiren, und zwar schon in etwa einer halben Stunde nach der Aussaat. Am deutlichsten war das Bild ungefärbt bei Betrachtung im hängenden Tropfen; die Grösse der Hefezelle und ihre ausgesprochene, ovale Form erleichtern natürlich diese Beobachtungen wesentlich; die Zellen liegen meist etwas geschrumpft, doch öfter auch vollkommen wohlerhalten im Innern der Leukocyten und sind auch im mit alkalischer Methylenblaulösung oder Ehrlich'scher Hämatoxylinlösung gefärbten Präparat deutlich neben dem dunkelgefärbten Kerne als bedeutend schwächer tingirtes, mit einer fast ungefärbt bleibenden Membran umgebenes Körperchen zu erkennen.

Die negativen Resultate der eben besprochenen Versuche beweisen natürlich für die Phagocytose gar nichts. Eine Sprossung der eingeschlossenen Zellen zu beobachten, gelang leider nicht. Erst der Nachweis, dass die Zelle lebend aufgenommen wird, wäre ja für die Bedeutung der Phagocytose ausschlaggebend. Ungemein wahrscheinlich wurde sie aber durch folgenden Versuch. Es war, um eine Vermehrung zu ermöglichen, dem Exsudate Bierwürze zugesetzt worden. Dieselbe war nun nicht mehr steril, sodass sich auf den Platten nicht nur Hefecolonien, sondern auch Colonien einer Kurzstäbchenart, die die Würze sauer machte, entwickelten.

Auf letztere wirkte nun frisches und gefrornes Exsudat gleich, eher letzteres etwas stärker, während die Hefe nur von ersterem beeinflusst wurde. Mikroskopisch konnte man Phagocytose nur in Bezug auf die Hefezellen nachweisen. Wäre die

starke Wirkung des frischen Exsudats auf Hefe eine chemische — eine Alexinwirkung — so müsste sie auch für die Kurzstäbchen in Betracht kommen; davon war aber keine Rede, also vermuthlich — in Uebereinstimmung mit dem mikroskopischen Bilde — Phagocytose als Grund für die Verminderung der Hefe.

17. Versuch.

Exsudat in Würze. Letztere durch Kurzstäbchen verunreinigt.

A) Hefe.

		Aussaat	Nach		
			1 Std.	5 Std.	24 Std.
Frisches Exsudat	a	1520	84	16	0
	b	1460	92	22	21
Gefrornes Exsudat	a	1240	1430	1190	1020
	b	1400	1260	1270	1230
Inact. Exsudat	a	980	1100	1260	510
	b	1260	1280	1080	420

B) Kurzstäbchenart.

		Aussaat	Nach		
			1 Std.	5 Std.	24 Std.
Frisches Exsudat	a	2020	1860	1900	1020
	b	2600	2160	1580	1200
Gefrornes Exsudat	a	2950	1730	1420	1480
	b	2080	1690	1880	1630
Inact. Exsudat	a	1980	2830	3600	28000
	b	2680	4200	4880	18000

Dass die lebende Hefezelle nicht etwa nur als Fremdkörper wie etwa Tusche- oder Zinnoberkörnchen aufgenommen wird, sondern dass hiebei auch chemotaktische Einflüsse eine Rolle spielen, erhellt aus folgendem Versuche:

Es wurde in je 2 Röhrchen einmal nur lebende Hefe, ein zweites Mal gleichviel lebende und todte, das dritte Mal doppelt soviel todte als lebende ausgesät. In allen 6 Röhrchen hat die Keimzahl gleich stark abgenommen. Dies deutet nicht etwa auf eine selective Aufnahme der lebenden Zelle, sondern wohl auf eine durch die todten Zellen (analog dem Bacterienproteïn)

angeregte, gesteigerte Lebensthätigkeit der weissen Blutkörperchen; damit stimmt auch der mikroskopische Befund.

18. Versuch.

		Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.	
Lebende Hefe	a	2560	83	22	0	Frisches Exsudat
	b	2430	73	16	12	
1 lebende und 1 todte Hefe	a	2220	96	14	0	
	b	2600	53	29	21	
1 lebende und 2 todte Hefen	a	2130	55	13	4	
	b	2120	48	22	18	

Hundeexsudat verhielt sich ganz so wie Kaninchenexsudat.

19. Versuch,
mit Hundeexsudat.

		Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
Frisches Exsudat	a	1860	80	22	0
	b	2240	71	16	0
Gefrornes Exsudat	a	2480	2260	2730	2860
	b	2130	2120	2060	2980
Inact. Exsudat	a	1900	1966	2260	2430
	b	1960	1920	2100	2600

Die oben erwähnten Kurzstäbchen wurden, wie aus den Zahlen sich ergibt, von der Phagocytose gar nicht beeinflusst. Es lag nun nahe, diesbezüglich auch andere Bacterienarten, spez. die pathogenen, zu untersuchen. Dass für die Bedeutung der Phagocytose einzig und allein das Experiment, der Zählversuch, maassgebend ist, ist klar. In neueren Arbeiten von Bordet (Annal. de l'institut Pasteur 1895, 96) wird immer nur die mikroskopische Beobachtung berücksichtigt; doch kann eine solche nur, wenn sie negativ ausfällt, von Werth sein; eine positive beweist gar nichts, da man ja längst weiss, dass todte Bacterien von den Leukocyten aufgenommen werden und man bei einer beobachteten Phagocytose nie sagen kann, ob die Bacterien lebend gefressen wurden, oder ob sie nicht schon

vorher durch **Alexinwirkung** zu Grunde gegangen waren. Es handelt sich, wenn man der Phagocytose eine thatsächliche Bedeutung zusprechen will, darum, nachzuweisen, dass das Exsudat, das die lebenden Leukocyten enthält, und in dem man mikroskopisch Phagocytose nachweist, auch stärker wirkt als das centrifugirte oder gefrorne, sowie es uns für die Hefe möglich war.

Es konnten äusserer Umstände halber nur einige wenige Bacterienarten berücksichtigt werden, sodass ein abschliessendes Urtheil über diese Frage noch nicht möglich ist; doch geht schon aus diesen paar Versuchen hervor, dass bei den untersuchten pathogenen Arten die Phagocytose von gar keiner oder von ganz untergeordneter Bedeutung gegenüber der Alexinwirkung ist. Der Streptococcus erysipel, der B. pyocyaneus, wurden vom frischen und gefrornen Exsudate gleich stark beeinflusst, der Milzbrandbacillus und der B. coli von ersterem nur wenig stärker; der Soorpilz wurde nur im frischen Exsudate getödtet — mikroskopisch viel Phagocytose —, während der B. cyanogenus im frischen Exsudat rascher zu Grunde ging als im centrifugirten, und der B. Proteus und der oben erwähnte »Würzebacillus« beiden gegenüber gleich widerstandsfähig waren, d. h. nur eine Entwickelungshemmung erfuhren.

Warum im einzelnen Fall die Phagocytose nicht einsetzt, ist schwer zu erklären; vielleicht bedarf es ausser dem Fehlen schädigender negativer Momente — wie Giftigkeit — noch zum Zustandekommen desselben einer positiv wirkenden Chemotaxis der betreffenden Bacterienart, resp. des Ueberwiegens letzterer.

20. Versuch.

Soor als Aussaat. Gelatineplatten. Zahlreiche Phagocytose.

		Aussaat	Nach		
			1 Std.	5 Std.	24 Std.
Frisches Exsudat	a	2050	204	36	65
	b	2630	180	28	110
Gefrornes Exsudat	a	2430	2200	1860	7030
	b	2280	2560	2010	8080
Inact. Exsudat	a	2500	2660	2100	6030
	b	2380	1930	1780	5900

21. Versuch.
B. cyanogenus. Gelatineplatten. Geringe Phagocytose.

		Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
Frisches Exsudat	a	3620	580	211	1060
	b	4160	690	112	460
Centrif. Exsudat	a	3860	950	612	1030
	b	3900	1110	560	1200
Inact. Exsudat	a	3780	3500	3000	2800
	b	3550	5660	6200	4020

22. Versuch.
B. proteus Z. Gelatineplatten. Geringe Phagocytose.

		Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
Frisches Exsudat	a	6500	5030	6020	—
	b	7160	6400	5080	—
Gefrornes Exsudat	a	6780	6120	6030	—
	b	6680	6420	6520	—
Inact. Exsudat	a	6900	7040	8660	—
	b	7020	8600	7900	—

23. Versuch, mit der säurebildenden Kurzstäbchenart.

		Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
Frisches Exsudat	a	6900	4030	8020	—
	b	5830	3600	2900	—
Gefrornes Exsudat	a	6440	4200	5060	—
	b	6100	3900	3700	—
Inact. Exsudat	a	6000	10000	—	—
	b	5940	16000	—	—

24. Versuch.
B. pyocyaneus. Starke Phagocytose.

		Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
Frisches Exsudat	a	8800	930	1580	20000
	b	10600	890	3020	26600
Gefrornes Exsudat	a	9020	760	2400	18800
	b	11600	650	2280	22200
Inact. Exsudat	a	9500	18600	∞	∞
	b	11000	22300	∞	∞

25. Versuch. B. pyocyaneus. Mässige Phagocytose.

		Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
Frisches Exsudat	a	5080	4020	9080	unzählige
	b	6200	3020	10600	»
Centrif Exsudat	a	5800	2950	11300	»
	b	5500	3200	9020	»
Inact. Exsudat	a	5620	15900	42000	»
	b	5400	12960	32000	»

26. Versuch.
Streptococc. erysip. (sehr virulent). Keine nachweisbare Phagocytose.

		Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
Frisches Exsudat	a	5600	4660	12300	36000
	b	5920	4100	8600	24000
Centrif. Exsudat	a	4950	3600	6600	26000
	b	5860	5200	9030	28000
Inact. Exsudat	a	6020	13500	∞	∞
	b	5550	11900	∞	∞

27. Versuch. Streptococc. erysip. (sehr virulent). Keine Phagocytose.

		Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
Frisches Exsudat	a	8600	9020	24000	∞
	b	9200	8030	16000	∞
Centrif. Exsudat	a	8500	6050	15000	∞
	b	8800	8200	12000	∞
Inact. Exsudat	a	8900	20000	∞	∞
	b	8600	18500	∞	∞

28. Versuch.
Anthrax virulent. Sporenfaden in Bouillon, 8 Stunden; davon ausgesät. Spärliche Phagocytose. Hundeexsudat.

		Aussaat	Nach 1 Std.	Nach 5 Std.	Nach 24 Std.
Frisches Exsudat	a	7600	84	0	0
	b	8200	76	0	0
Gefrornes Exsudat	a	7850	280	25	0
	b	8090	120	11	0
Inact. Exsudat	a	7520	15000	∞	∞
	b	7600	16000	∞	∞

29. Versuch.

B. coli commune. Wenig Phagocytose. Hundeexsudat.

		Aussaat	Nach		
			1 Std.	5 Std.	24 Std.
Frisches Exsudat	a	9020	860	1230	14000
	b	8300	750	680	18000
Gefrornes Exsudat	a	8620	1220	2800	32000
	b	8650	980	1560	22000
Inact. Exsudat	a	9280	23000	∞	∞
	b	9160	25800	∞	∞

Damit schlossen diese Untersuchungen ab. Weitere sind im Gange und hoffe ich bald darüber berichten zu können.

Fasse ich die Ergebnisse noch einmal zusammen, so resultirt Folgendes:

1. Die Hefe geht, intraperitoneal einem Versuchsthiere einverleibt, in kürzester Zeit durch Phagocytose zu Grunde.

2. Die Phagocytose spielt bei der Vernichtung der einzelnen Bacterienarten eine verschieden wichtige Rolle; bei obigen pathogenen Arten, kommt sie neben der Alexinwirkung gar nicht in Betracht.

Da es ungemein wahrscheinlich geworden ist, dass die Alexine von den Leukocyten herstammen, ist ja die Brücke zwischen der Alexintheorie und der Metschnikoff'schen Lehre gegeben. Die Phagocytose ist dann im Grunde nichts anderes, als eine intracelluläre Alexinwirkung, denn das Zugrundegehen im Innern des Leukocyten erfolgt ja doch durch chemische Einflüsse, wenn man annimmt — der Grundpfeiler dieser Hypothese —, dass die Keime lebend, unversehrt aufgenommen werden.

Zum Schlusse gestatte ich mir, Herrn Professor Buchner für die anregende, fördernde Unterstützung dieser Arbeiten meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Ueber die Permeabilität der Kleidungsstoffe.

Von

Max Rubner.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Zu den wichtigen gesundheitsgemässen Eigenschaften einer Kleidung gehört ihre Durchgängigkeit für Luft; seitdem man die Kleidung unter hygienischen Gesichtspunkten betrachtet, hat dieser Satz immer zu Recht bestanden. Einerseits weist die Funktion der Wasserverdampfung unserer Haut auf eine solche Nothwendigkeit hin, anderseits aber hat man in der impermeablen Gummikleidung ein Object kennen gelernt, durch welches das Lüftungsbedürfnis in sinnenfälliger Weise vorgeführt werden kann.

Zwischen freien Luftzutritt und völliger Ventilationslosigkeit liegt aber ein weites Grenzgebiet, innerhalb welchem die Lüftung der Kleidung geregelt und zwar sorgsam geregelt werden muss. Mit der blossen Beiseitehaltung eines in gröblicher Weise die Ausdünstung abschliessenden Gewandes ist noch lange keine Lösung der Kleidungsventilation gefunden. Soviel man auch früher über die Nothwendigkeit poröser, lüftbarer Kleidung geschrieben hat, über die G r ö s s e einer derartigen Lüftung und über die Rückwirkung derselben auf den Organismus des Menschen ist nicht e i n e Thatsache bekannt geworden, welche einen Weg zur Lösung der Aufgabe angebahnt hätte.

Nachdem ich gefunden hatte, dass die Kleiderluft eine eigenthümliche Zusammensetzung habe[1]), hat sich weiter gezeigt, dass die Lüftung einer beliebigen Kleidung des Menschen einer directen quantitativen Untersuchung[2]) zugänglich ist und die Arbeiten meines Laboratoriums haben einen genaueren Einblick in diese Verhältnisse gegeben. Wenn wir auf unsere Empfindungen sorgfältig achten, so ist man im Stande, die Lüftungsverhältnisse in richtige Bahnen zu leiten; nur geschieht dies leider nicht allgemein. Wie im Gebiete der Wärmeökonomie, begegnet man auch hier überall dem Unzweckmässigen. Ein grosser Theil der Menschen, thörichten Gewohnheiten folgend, hat eine gute Lüftung der Kleidung nie erprobt und leidet unter den Vorurtheilen einer veralteten Etiquette. Ein richtiger Grad von Lüftbarkeit lässt sich nicht mit jeder beliebigen Bekleidungsweise erzielen; ich habe Beispiele gegeben, in wie weit bereits geringfügige Aenderungen in der Auswahl der Bekleidung recht ausgiebige Störungen der Ventilation hervorrufen können.[3]) Nicht um den einfachen Gegensatz von lüftbarer und unlüftbarer Kleidung handelt es sich, sondern um bestimmte quantitative Unterschiede.

Da wir zur praktischen Beurtheilung einer am Körper getragenen Kleidung in dem Kohlensäuregehalt der Kleiderluft brauchbare Anhaltspunkte besitzen, so trat zunächst die theoretische Prüfung des Luftdurchgangs durch einzelne Gewebe und Stoffe etwas in den Hintergrund, obschon die Lüftbarkeit eines Gewebes nicht ohne Bedeutung für das Wärmehaltungsvermögen sein kann.

Wenn man aber an der Hand der Grundeigenschaften der Kleidungsstoffe ihre Zweckmässigkeit für die Verwendung erweisen will, wird man wieder gedrängt, mit Rücksicht auf den Witterungs- und Windschutz, den die Kleidung bieten muss, das Lüftungsvermögen von Handelsgeweben zu untersuchen.

Mit dieser Nothwendigkeit der Untersuchung deckte sich aber bis jetzt leider nicht die methodische Möglichkeit einer solchen

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XV, S. 51.
2) Dasselbe, Bd. XVI, S. 203.
3) Dasselbe, S. 234.

Untersuchung. Der Nachweis einer einfachen Stufenleiter gut und schlechtlüftbarer Kleidungsstoffe kann uns dafür keine Anhaltspunkte bieten. Etwas Anderes als eine gewisse Reihenfolge der Lüftbarkeit hatten aber die älteren Untersuchungen gar nicht ergeben. So auffallend dies sein mag, die Thatsache lässt sich nicht bestreiten.

Das Studium der Permeabilität gehört zu jenem Theil der Bekleidungshygiene, welcher am eingehendsten bearbeitet und von verschiedenen Autoren in Angriff genommen worden ist. Nachdem die ersten grundlegenden Experimente von v. Pettenkofer[1]) angestellt worden sind, und die ungleichartige Permeabilität der verschiedenen Handelsstoffe wie sie bei der Bekleidung verwendet werden, nachgewiesen war, sind von Hiller[2]) Stoffe, wie sie namentlich zur Militäroberkleidung benutzt werden, geprüft worden, von Nocht[3]) Stoffe der Unterkleidung. Im wesentlichen haben diese späteren Nachprüfungen nichts weiter erbracht, als den Nachweis, dass offenbar die Handelswaare recht ungleich luftdurchgängig sei. Wenn man die Umstände erwägt, unter welchen die verschiedenen Experimente entstanden sind und die Factoren in Betracht zieht, welche auf die Permeabilität wirken können[4]), so lässt sich aber nicht einmal mit Sicherheit angeben, in welcher Reihenfolge die geprüften Stoffe nach ihrer Permeabilität geordnet werden müssen.

Aus Unbekanntschaft mit dem physikalischen Aufbau der Kleidungsgewebe sind aus diesen Messungen Schlüsse gezogen worden, die zu ganz unrichtigen Vorstellungen über den Luftwechsel der Kleidung Veranlassung gegeben haben. Wie in der Wärmelehre der Kleidung, hat man auch hier die Ergebnisse unmittelbar als eine specifische Wirkung der Grundstoffe aufgefasst. Ein ziemlich typisches Beispiel hierfür bietet die Erläuterung wie z. B. Uffelmann den bekannten Experimenten Pettenkofer's über den Luftdurchtritt durch Flanelle, Buks-

1) Zeitschr. f. Biologie, Bd. I, S. 180.
2) Deutsche militärärztliche Zeitschrift, Bd. XVII.
3) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. V, S. 73.
4) Bd. XXV, S. 1.

kin, Leinwand, Weissleder, Seide gegeben hat; es heisst da: »hiernach gestattet also den Gasen der Wollstoff am meisten, Seidenzeug am wenigsten den Durchtritt.«[1])

Eine solche Uebertragung der Eigenschaft eines Gewebes auf den Grundstoff der Wolle, Seide u. s. w. ist ganz und gar unrichtig; es kommen da ja ganz verschiedene Factoren neben einander für den Luftdurchtritt in Betracht. Ich habe zuerst dargethan, dass man auch für diese Permeabilitätsbestimmungen Dicke und Aufbau berücksichtigen muss. Beide üben, wie sich zeigte, den erheblichsten Einfluss auf die Durchgängigkeit aus. An einigen gebräuchlichen Geweben konnte ich zeigen, dass durch die ungleiche Webweise die Menge der unter bestimmten Bedingungen hindurchtretenden Luftmenge um das 8 fache für die von mir untersuchten Grenzen der spec. Gewichte schwanken kann.[2]) In dichten Geweben sinkt die Lüftung für jede Stofflage ungemein rasch ab, in lockeren Geweben wachsen die Hindernisse nur äusserst langsam. Bei starkem Wind oder schwachem Luftzug ist der Nutzeffekt der Lüftung, den die Einheit des Druckes hervorruft, nicht gleich.

Wenn durch meine Untersuchungen auch eine Reihe neuer Beziehungen der Lüftbarkeit zu der Struktur der Gewebe, den wirksamen Kräften, der Dicke der Stoffe aufgedeckt wurden, so war doch die Lüftbarkeit im allgemeinen nicht in eine einfache Formel oder ein für die praktischen Ziele genügendes Gesetz zu bringen.

Da gerade für weitere Untersuchungen, welche die Kleidungsfrage einem gewissen Abschlusse zuführen sollen, die Permeabilität der Kleidung eine wichtige Rolle spielt, so zwangen die Verhältnisse, die Experimente, über die ich a. a. O. berichtet habe, wieder aufzunehmen und sie womöglich zu erweitern und in eine Regel zu fassen.

Wenn wir nur ein einzelnes Kleidungsstück trügen, so wäre die zu lösende Aufgabe auch verhältnismässig einfach, aber wir tragen mehrfach die Kleider übereinander, wodurch sich unzählig

1) Lehrbuch d. Hygiene, S. 314.

2) Bd. XXV, S. 22.

viele Combinationen ergeben. Ehe man eine Kleidung als rationell ansehen kann, muss bereits anzugeben sein, welch' ein Lüftungsvermögen unter den complicirten Verhältnissen des täglichen Lebens zu erwarten steht. Ausschliesslich experimentell durch ein Experiment ad hoc angestellt, kann man diese Fragen unmöglich entscheiden.

Die Aufgabe, für alle möglichen Stoffe, wie sie zur Bekleidung der Menschen verwendet werden, die Luftdurchgängigkeit zu bestimmen, und weiter für alle Combinationen, in welchen sie etwa gebraucht werden könnten, würde endlose Zeit erfordern. Ich habe daher gesucht, ob sich nicht eine einheitliche, übersichtliche Darstellungsweise der Permeabilität geben lässt, welche den vorliegenden Bedürfnissen der Beurtheilung des Lüftungseffectes verschiedener Bekleidungsweisen entspricht. Es ist mir, glaube ich, auch gelungen, dieses Ziel zu erreichen. Ich habe Permeabilitätsbestimmungen durch trockene Kleidungsstoffe völlig neu aufgenommen, da von älteren Untersuchungen das Material völlig unverwerthbar ist und sich jeder controlirenden Rechnung, weil man eben früher den physikalischen Aufbau der Gewebe nicht kannte, entzieht. Die Aufgabe, die uns obliegt, besteht im wesentlichen darin, an der Hand der näheren Kenntnis des Baues der Gewebe und unter möglichst vergleichbaren Bedingungen ihre Lüftbarkeit festzustellen. Zum Theil habe ich diese Frage in allgemeinen Zügen und was die Beziehung des specifischen Gewichtes und die Dicke anlangt, schon früher berührt; es bedarf aber einer sehr erheblichen Erweiterung des Beobachtungsmaterials, um zu einer generellen Regel zu gelangen.

Ehe ich die Ergebnisse mittheile, muss ich in Kürze auf die Methodik der Permeabilitätsprüfung eingehen. Die Anordnung ist früher so getroffen worden, dass man die in einer Gasuhr gemessene, unter bestimmtem Druck stehende Luft durch eine grössere oder kleinere Glasröhre, die mit Stoff überbunden war, entweichen liess.[1]) Nach meinen Untersuchungen über die

1) Zeitschr. f. Biol., Bd. I u. Zeitschr. f. Hyg. u. Infect., Bd. V.

Volumänderungen von Stoffen durch hygroskopisches Wasser ist diese Anordnung nicht mehr zulässig[1]); die aus einer Gasuhr ausströmende Luft ist ja mit Wasserdampf gesättigt und belädt somit den Kleidungsstoff mit hygroskopischem Wasser bis zur Sättigung. Man wird also nothwendigerweise die Anordnung treffen, dass man Luft einsaugt und mit der im Zimmer vorhandenen meist geringen relativen Feuchtigkeit in die Gewebe treten lässt.

Auch jenem Theil des Apparates, auf welchem die Gewebsstücke aufgebunden werden, habe ich eine andere Form gegeben, als sonst üblich ist. Er bestand aus einem 10 cm weiten, ebenso hohen Messingcylinder *a* mit Boden. (S. Fig. 1.)

In den Messingcylinder führen zwei Röhren *c*, *d*, deren eine

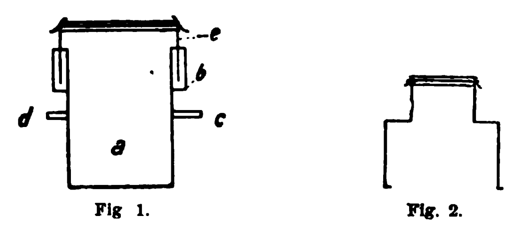


Fig 1. Fig. 2.

mit der Gasuhr und deren zweite mit dem Recknagel'schen Differentialmanometer verbunden ist. An dem oberen Rand von *a* ist ein ringförmiger Behälter *b* angelöthet, in welchem ein Messingring *e*, der die Kleidungsstoffe anfgebunden trägt, eingesetzt werden kann. Den Zwischenraum giesst man für Bestimmungen bei niedrigem Druck mit Oel, bei solchen mit hohem Druck mit Paraffin oder dergl. aus.

Der Ring *e* kann mit verschiedenen anderen Ringen gleicher Sorte ausgewechselt werden und man kann also mehrere Experimente vorbereiten ohne immer die Haupttheile des Apparates zu berühren und die Aufstellung des Differentialmanometers zu stören. Für sehr durchgängige Stoffe nimmt man andere Querschnitte. Dem Aufsatzstück muss dann die Form Fig. 2 gegeben werden.

1) Bd. XXVII, S. 67.

Zur Regulierung des Luftstromes schaltete ich hinter die Wasserluftpumpe eine Woulff'sche Flasche: durch eine Oeffnung wurde Luft angesaugt, durch die zweite kam die Verbindung mit der Gasuhr zu Stande; die dritte war mit einem längeren Gummischlauch verbunden, den man, während das Differentialmanometer sorgfältig beobachtet wird, mittelst Quetschhahn beliebig für den Lufteintritt öffnen oder mehr oder minder schliessen kann. So lässt sich der Druck auf's feinste regulieren.

Die Gasuhr muss auf ihre Richtigkeit untersucht, sowie geaicht werden. Das Aufbinden der Stoffe muss locker geschehen. Fest gezogen werden sie mit weichem Eisendraht.

Zur rechnerischen Behandlung der Resultate ist es unbedingt erforderlich, genau die Zeiten zu bestimmen, innerhalb welcher eine bestimmte Menge Luft durch den Stoff hindurchgegangen ist. Man wählt am besten eine volle Umdrehung der Gasuhr, da für Theile einer Umdrehung eine besondere, manchmal recht complicirte Aichung auszuführen ist.

Ich habe ganz verschiedenartige Stoffe einer Untersuchung unterzogen. Die Stoffe wurden zum Theil, so wie sie im Handel vorkommen und verwendet zu werden pflegen, geprüft, zum Theil nach dem Waschen.[1]) Es waren zwei Cylinder, ein solcher von 109,3 qcm Fläche und ein solcher von 16,6 qcm Fläche nothwendig geworden. Zur Flächenberechnung nimmt man nicht den Durchmesser im Lichten, wenn die Stoffe locker gebunden werden, sondern den äusseren Durchmesser. Von den Stoffen habe ich zumeist immer mehrere Lagen prüfen lassen um herauszufinden, in welcher gesetzmässigen Beziehung Luftdurchgängigkeit und Dicke stehen. Der Druck war immer 0,42 mm, das ist entsprechend dem Druck der sogenannten Windstille im Freien.

---

1) Wenn keine weitere Angabe beigefügt ist, sind die Stoffe ohne Appretur untersucht. Dicke und Flächengewicht ändern sich bei dem Waschprocess.

Tabelle I.

Stoff		Dicke in mm	Fläche in qcm	Sec. für 5 Lit. Luft	Sekund. für 5 Lit. Luft und 109,3 qcm	Secund. für 1 mm Dicke	Mittel
Feines appr. Leinen	1 Lage	0,230	109,3	197	197	855	788
	2 Lagen	0,460	109,3	337	337	733	
	3 »	0,690	109,3	536	536	777	
Bauernleinen . .	1 Lage	0,519	16,6	146	22	42	43
	2 Lagen	1,038	16,6	243	37	36	
	1 Lage	0,519	16,6	171	26	50	
Köper, appret., A .	1 Lage	0,30	109,3	291	291	970	959
	2 Lagen	0,60	109,3	548	548	913	
	3 »	0,90	109,3	885	885	995	
Köper, appret., I .	1 Lage	0,127	109,3	301	301	2372	2520
	2 Lagen	0,254	109,3	711	711	2799	
	3 »	0,381	109,3	922	922	2420	
Perkal, appret. . .	1 Lage	0,164	109,3	61	61	372	350
	2 Lagen	0,328	109,3	112	112	341	
	3 »	0,492	109,3	166	166	337	
Marcelline, appret.	1 Lage	0,09	109,3	88	88	977	1100
	2 Lagen	0,18	109,3	184	184	1022	
	3 »	0,27	109,3	299	299	1107	
	4 »	0,36	109,3	403	403	1119	
	5 »	0,45	109,3	530	530	1200	
	6 »	0,54	109,3	636	636	1177	
Kaschmir	2 Lagen	0,702	109,3	59	59	84	92
	3 »	1,053	109,3	89	89	84	
	1 Lage	0,351	16,6	214	38	94	
	2 Lagen	0,702	16,6	422	64	91	
	3 »	1,053	16,6	732	111	105	
Blaues Militärtuch	1 Lage	1,62	109,3	140	140	86,4	
Schwarzes »	1 »	1,50	109,3	108	108	72,0	
Schwarzer Mantel .	1 »	1,54	16,6	275	41,8	27,1	
Grauer » .	1 »	2,00	109,3	89	89	44,5	
Wellhausenstoff .	9 Lagen	9,45	16,6	92	13,9	1,5	
Innsbrucker Loden . . .		1,75	109,3	74	74	42	42
Bauernloden . .	2 Lagen	5,62	109,3	67	67	12	13
	2 »	5,62	16,6	466	71	13	
	1 Lage	2,81	16,6	258	39	14	

Fortsetzung zu Tabelle I.

Stoff	Dicke in mm	Fläche in qcm	Sec. für 5 Lit. Luft	Secund. für 5 Lit. Luft und 109,3 qcm	Secund. für 1 mm Dicke	Mittel
Kameelhaarstoff . 1 Lage	1,335	109,3	56	56	42	41
» . 2 Lagen	2,670	109,3	87	87	40	
Jägertricot . . . 1 Lage	1,254	109,3	34	34	27	26
Jägertricot . . . 2 Lagen	2,508	109,3	59	59	24	
Jägertricot . . . 3 »	3,762	109,3	98	98	26	
Glatte Seide . . 1 Lage	0,185	109,3	72	72	389	375
» » . . 2 Lagen	0,370	109,3	134	134	362	
Köper A . . . . 3 Lagen	0,900	109,3	228	228	247	247
» I . . . . 3 »	0,381	109,3	116	116	304	304
Perkal . . . . . 3 »	0,492	109,3	72	72	146	146
Marcelline . . . 4 »	0,36	109,3	126	126	350	350,0
Leinen . . . . . 1 Lage	0,230	16,6	122	18,5	80,6	80,6
Baumwollkrepp . 3 Lagen	1,945	16,6	74	11,2	2,8	2,8
Leichter Lahmann 2 »	2,20	16,6	73	11,0	5,0	5,0
Schwerer » 4 »	9,00	16,6	75	11,4	1,3	1,3
Leder (Kaninchen)	—	109,3	∞	—	—	—
Winterkammgarn . 2 Lagen	5,00	109,3	70	70	14,0	13,4
» . 1 Lage	2,50	16,6	211	32	12,8	
Sommerkammgarn 1 »	1,00	109,3	99	99	99	
Schwarzer Jägerstoff 1 »	2,075	16,6	72	10,9	5,3	

Die Aichung des Differentialmanometers ergab Folgendes:

Eingefüllt in das Differentialmanometer wurden je 4,03 g Petroleum. Diese verrückten den Stand des Manometers um 14,5 mm im Mittel. 1 mm Steighöhe des Petroleums entspricht also $= \frac{10 \times 4{,}03}{14{,}5 \times 78{,}5}$ mm Wasser $= \frac{40{,}3}{1138{,}2} = 0{,}0354.$

Der Druck wurde auf 12 mm der Petroleumsäule gehalten = 0,425 mm Wasserdruck.

Die Ergebnisse sind aber keineswegs nur für diesen Wasserdruck allein, sondern in weiterem Umfange geltend; wie ich a. a. O. gezeigt habe, nimmt zwar mit wachsendem Druck der Luft die Luftdurchgängigkeit für die Einheit der Pressung z. B. 1 mm

Druck berechnet ab. Eine beträchtliche Abnahme zeigt sich etwa dann, wenn der Druck um das 30fache wächst. Da nun bei mittlerer Windbewegung im Freien der Winddruck von der sogenannten Windstille nur um etwa das 10fache variirt, so bewegen sich meine Resultate innerhalb weiter, elementarer Rechnung zugänglicher Grenzen.

Die sämmtlichen Untersuchungen, welche für die gestellte Aufgabe zur Ausführung kamen, enthält die oben stehende Tabelle; da ich dieselbe nicht ausgeführt habe, um in Anlehnung an ältere Untersuchungen die Zahlen zu vermehren, so weise ich nur kurz darauf hin, dass meine Werthe, welche weit verschiedenartigere Gewebe betreffen als die anderen beobachten, das ungleiche Lüftungsvermögen der Handelswaare auf's Evidenteste darthun. Leder lässt keine Luft hindurch, bei einem appretirten Köper dauert es 301 Sec. ehe 5 l Luft durch 109,3 qcm hindurchgehen, bei appretirtem Leinen 197 Sec., bei Marcelline nur 61 Sec., bei der Oberkleidung zwischen 70 bis 211 Sec. u. s. w.

Für uns entsteht die weit wichtigere Frage, nach der Beziehung zwischen Dicke des Gewebes und ihrer Lüftbarkeit.

Mit der Dicke wechselt die Luftdurchgängigkeit in allen Fällen bemerkbar. Jede neue Lage erschwert den Luftwechsel; von wesentlicher Bedeutung ist bei Leinen- und Baumwollstoffen im allgemeinen die Appretur, bei anderen Geweben das vorherige Glätten und Plätten.

Ein wichtiges Ergebnis zeigen Stab 6 und 7; wenn man berechnet, wie viele Zeit nothwendig ist, um durch 109,3 qcm Fläche 5 l Luft hindurch zu treiben, so erhält man die in Stab 5 verzeichneten Zahlen. Ich habe aber auch die ungleiche Dicke zu eliminiren gesucht, indem ich für die gleiche Dicke 1 mm berechnete, wieviel pro 109,3 qcm für 5 l Luftförderung Zeit in Secunden verstreicht. (Stab 6.)

Geht man diese einzelnen Werthe durch, so findet man, dass diese Zahlen bei demselben Stoff sich ganz ähnlich sind, und dass sie auch keine mit der Dickenzunahme der Stoffe im Experiment im Zusammenhang stehende Abweichung zeigen. Die Zahlen beweisen also, dass die Zeiten, welche

nothwendig sind, um eine gleichbleibende Luftmenge durch die Kleidungsstoffe zu befördern, innerhalb der von uns gewählten den natürlichen Verhältnissen der Bekleidung entsprechenden Grenzen, sich verhalten wie die Dicken der Stoffe.

Es ist daher einerseits einfach für wissenschaftliche Fragen, den störenden Einfluss ungleicher Dicke der Stoffe durch Rechnung zu eliminiren und andererseits möglich, für beliebige Dicken und beliebige Combinationen in einfachster Weise die Berechnung der Permeabilität durchzuführen. Die Experimente zeigen mehrfach kleine Abweichungen in den Resultaten; dies kann aber nicht Wunder nehmen. Wenn man aus einem Stoffvorrath mehrere Stücke ausschneidet, um sie zur Bedeckung des Permeabilitätsapparates zu verwenden, so darf man nicht erwarten, dass diese Stücke alle mathematisch gleich gebaut seien; da gibt es oft ziemlich erhebliche Differenzen, deren Ursache man manchmal mit blossem Auge schon bemerken kann, wenn man den Stoff gegen das Licht hält. Die Webweise zeigt oft grobe Ungleichheiten, die zu Störungen der Experimente Veranlassung geben können.

Manche Gewebe zeigen je nach der Behandlungsweise grosse Unterschiede in der Permeabilität, so die glatten Baumwollen- und Leinengewebe, die appretirt und durch Walzendruck geglättet in den Handel kommen. Dabei wird nicht einmal viel von appretirender Substanz angewandt; offenbar ist vielfach nur die Oberfläche mit dem glänzenden Ueberzug, der den Stoff impermeabel macht, versehen.

Solche Gewebe, die man zu Rockfutter verwendet, wie Köperstoff, Perkal u. s. w. werden nur im appretirten Zustand verarbeitet.

Die kleine Tabelle (S. 260) gibt eine Zusammenstellung über die Aenderung der Permeabilität der neuen Gewebe und der durch Waschen gelockerten Stoffe. Die Unterschiede sind theilweise ganz gewaltig.

Tabelle II.

Stoff	Coëfficient[1] mit Appretur	Coëfficient[1] ohne Appret.
Feines Leinen	171,6	17,2
Marcelline	239,8	76,2
Perkal	75,8	31,8
Köper I	549,3	66,2
Köper A	208,9	53,8

In Tabelle III auf S. 261 sind nur die Mittelwerthe für die von Appretur befreiten Gewebe aufgenommen worden, um noch dem Zusammenhang zwischen spec. Gewicht und Lüftbarkeit zu vergleichen.

Ich habe a. a. O. darauf aufmerksam gemacht, dass die Permeabilität im Zusammenhang mit dem Porenvolum und dem spec. Gewichte steht. In obenstehender Tabelle lässt sich zum ersten Male in grösserem Umfange die Beziehung zwischen den genannten Factoren ersehen. Sie bestätigt im allgemeinen das, was ich bereits angegeben, die glattgewebten dichten Stoffe zeigen eine geringere Permeabilität als die Tuchsorten- und Trikotgewebe mit kleinerem spec. Gewicht, und am luftigsten sind die lockeren Unterkleiderstoffe. Im Einzelnen bemerkt man aber manche Ausnahmen, die jedoch leicht erklärbar sind. Das spec. Gewicht und Porenvolum sind genaue Anhaltspunkte für die Permeabilität, wenn die Stoffe gleichmässig gearbeitet sind.

Ich habe die Stoffe in einzelne Gruppen gebracht. Es lässt sich darthun, dass das spec. Gewicht für sich allein keinen absoluten Anhaltspunkt für die Lüftungscoëfficienten gibt, dass vielmehr noch eine weitere Eigenthümlichkeit der Bearbeitungsweise in Betracht kommt. Diese ist, man kann dies geradezu sehen, die Art des Fadens, welcher das Gewebe aufbaut. Die Leinenstoffe haben alle einen festen, derben Faden, die Baumwollstoffe einen weichen, lockeren, den Raum etwas gleichmässig ausfüllenden, bei der Wolle ist es ähnlich; am

1) Ueber diese Bezeichnung siehe später die Definition.

gleichartigsten ist die glatte Seide. Im Leinengewebe finden sich neben dem ungewöhnlich dichten Faden feinere Lücken, beim groben Leinen sogar beim durchfallendem Licht recht bemerkbar.

Tabelle III.

Stoff	Spec. Gewicht	Durch 109,3 qcm u. 1 mm Dicke gehen hindurch in x Sec. 5 Lit.	Permeabilitäts-coëffic. für den qcm, 1 cm Dicke, 1 ccm bei 0,42 mm Wasserdruck in Sec.
Feines Leinen	0,683	80,6	17,2
Marcelline	0,666	350,0	76,3
Perkal	0,609	146,0	31,8
Köper I	0,551	304,0	66,2
Köper A	0,466	247,0	53,8
Bauernleinen	0,543	43,0	9,4
Glatte Seide	0,443	375,0	81,5
Kaschmir	0,370	92	20,2
Hosenstoff (Militär)	0,365	72,0	15,7
Kameelhaarstoff (Jäger)	0,365	41,0	8,9
Sommerkammgarn	0,358	99,0	21,5
Waffenrock (Militär)	0,315	86,4	18,8
Innsbrucker Loden	0,279	42,0	9,1
Bauernloden	0,256	13,0	2,8
Winterkammgarn	0,238	13,4	2,91
Schwarzer Jägerstoff	0,221	5,3	1,15
Schwarzer Militärmantel	0,322	27,1	5,9
Grauer Militärmantel	0,265	44,5	9,7
Baumwolltricot, leicht	0,188	5,0	1,1
Kurzhals-Wellhausen	0,162	1,5	0,3
Wolltricot	0,160	26,0	5,7
Baumwolltricot, r. u. l. gestr.	0,122	1,3	0,3
Baumwollkrepp	0,110	2,8	0,6

Bei gleichem spec. Gewichte erklären sich also ungleiche Permeabilitätsverhältnisse recht gut durch diese Eigenschaft. Dieser feste Faden charakterisirt alle Leinengewebe und garantirt bei ihnen auch die grosse Haltbarkeit und Widerstandskraft neben ihrer erheblichen Luftdurchgängigkeit, die bei den Leinentrikots die Grenze der Zweckmässigkeit vielleicht überschritten hat.

Daher gehören die Leinentrikots in ihrer ausserordentlichen Lüftbarkeit bereits besser zu den Netzstoffen als zu den eigentlichen Trikotgeweben.

Bei den zur Oberkleidung dienenden Stoffen zeigt der Jäger'sche Kameelhaarstoff keine andere Lüftbarkeit als der Innsbrucker Loden, und der sogenannte Tiroler Bauernloden ist das lüftbarste der hier aufgeführten Gewebe.

Die zur Unterkleidung benützten Stoffe geringeren spec. Gewichtes wie die vorigen, sind alle noch leicht lüftbarer wie alle bisher betrachteten.

Der Baumwolltrikot ist leichter lüftbar wie ein Wolltrikot, weil sich bei ersterem die Fäden leichter von einander trennen und grössere Hohlräume zwischen sich lassen; eine exceptionelle Stelle nehmen ein dicker Baumwolltrikot und ein Baumwollkrepp ein. Ersterer ist ein Gewebe, das man rechts- und linksgestrickt nennt. In beiden Fällen ist die gleiche Ursache für die grosse Lüftbarkeit gegeben. Beide Stoffe erreichen ihre Dicke nämlich dadurch, dass sie Falten bilden, d. h. für einen gegebenen Querschnitt ist die Oberfläche für den durchtretenden Luftstrom wegen der Faltung viel grösser, als es äusserlich gemessen erscheint. Die Faltung ist also ein Kunstgriff, durch welchen man den Wärmedurchtritt, aber nicht den Luftdurchtritt zu hemmen in der Lage ist.

Es wäre nicht angemessen, wenn wir die Lüftbarkeit ausschliesslich nur für die in einem Experiment angegebenen Verhältnisse vorführen wollten. Nachdem die Beziehung der Zeiten zur Wegstrecke aufgefunden ist, möchte ich vorschlagen, einen Permeabilitätscoëfficienten zu berechnen und unter diesem Ausdruck zu verstehen, wieviel Zeit nothwendig ist, um durch 1 qcm Fläche und eine 1 cm dicke Schicht 1 ccm Luft bei dem gegebenen Drucke hindurchzublasen. Da die Permeabilität mit dem Druck in keiner einfachen Beziehung steht, muss vorläufig für den Coëfficienten immer angegeben werden, bei welchem Druck er beobachtet ist. Die Coëfficienten sind nach der Tabelle sehr verschieden; das Minimum zeigt Baumwollenkrepp mit 0,3, das Maximum Seide mit 81,5 Sec. Von allen physikalischen

Eigenschaften scheint der Permeabilitätscoëfficient der dem grössten Wechsel unterworfene Factor zu sein; allerdings hauptsächlich dort, wo die Stoffe bei dem Waschprocess und den für den Wiedergebrauch vorgenommenen Regenerationsprocessen so gewaltigen Einflüssen unterstellt werden, wie dies bei Leinen- und Baumwollstoffe durch eine unverständige Sitte die Regel zu sein pflegt.

Das Wasserwerk der Stadt Graz vom hygienischen Standpunkt aus betrachtet.

Von

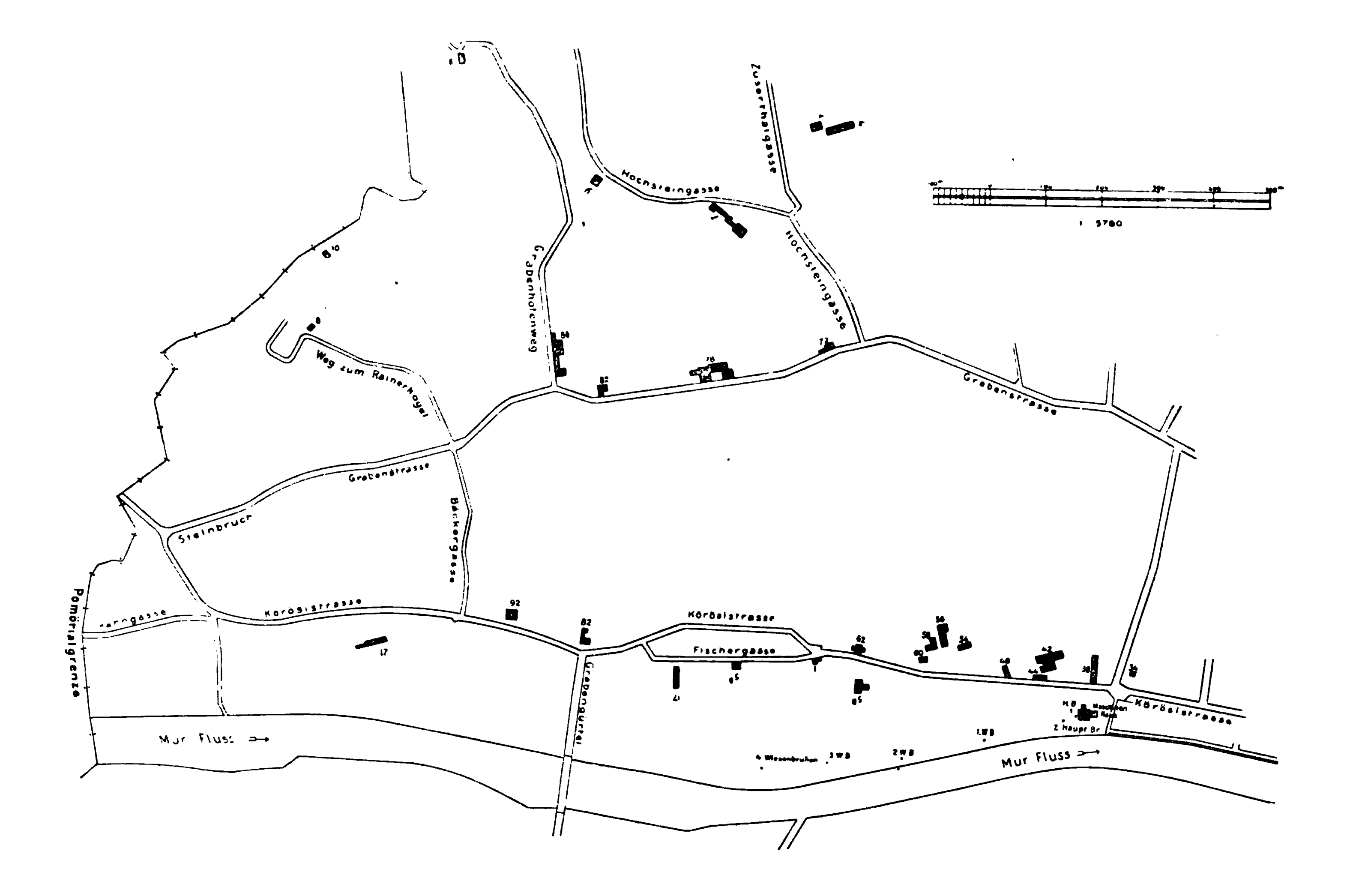
Dr. **Hans Hammerl**,

Assistent am hygienischen Institut.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Graz.)

Die Stadt Graz deckt ihren Wasserbedarf auf zweierlei Weise: 1. durch zahlreiche Pumpbrunnen, welche über die ganze Stadt hin vertheilt sind, und 2. durch das Wasser einer Leitungsanlage, die im Jahre 1871 mit einer Schöpfstelle eröffnet wurde, seitdem aber infolge fortwährend gesteigerter Inanspruchnahme sich wesentlich vergrössert hat. Dem ersten Brunnen, dem jetzigen Hauptbrunnen, folgte im Jahre 1878 der sog. I. Wiesenbrunnen, im Jahre 1890 der II. Wiesenbrunnen, 1893 der Hofbrunnen, auch II. Hauptbrunnen genannt, und im Jahre 1894 der III. Wiesenbrunnen. Gegenwärtig wird eine 6. Schöpfstelle angelegt, welche bereits im Herbst dieses Jahres für die Benützung fertig gestellt sein soll. (Siehe die Skizze auf Seite 265.)

Das Maschinenhaus sowohl als auch die Brunnen befinden sich am Nordende der Stadt auf einem Gebiet, welches das Alluvium der Mur, darstellt und hauptsächlich aus gröberem und feinerem Kiesschotter besteht. Die Wiesen, auf welchen die Brunnen liegen, sind im Westen von der Mur, im Osten von einer Abzweigung der letzteren, dem sog. Mühlgang, eingefasst. Sie haben niemals als Bauplatz gedient, sondern stellen vollkommen jungfräulichen unbebauten Boden dar. Die Schöpfstellen sind im Durchschnitt von den nächsten Häusern durch



1 : 5780
Hochsteingasse
Zusertalgasse
Grabenhofenweg
Weg zum Rainerkogel
Grabenstrasse
Steinbruch
Bäckergasse
Körösistrasse
Fischergasse
Grabengürtel
Pomörialgrenze
Mur Fluss
2 Haupt Br

einen Zwischenraum von 60—80 m getrennt. Die Brunnen sind hintereinander, in der Richtung nach Norden zu, angelegt und beträgt die Entfernung

vom sog. Hauptbrunnen	zum Hofbrunnen	. .	35 m
» » »	» I. Wiesenbrunnen		178 m
» I. Wiesenbrunnen	zum II. Wiesenbrunnen		140 m
» II. »	» III. »		140 m
» III. »	» IV. »		120 m.

Die Distanz der Schöpfstellen von der Mur ist verschieden; dieselbe misst

beim Hauptbrunnen . . .	43,7 m
» Hofbrunnen	37,2 m
» I. Wiesenbrunnen . .	18,7 m
» II. » . .	20,4 m
» III. » . .	30,3 m
» IV. » . .	34,5 m.

Sämmtliche Schöpfstellen sind Schachtbrunnen, welche mit einer Holzverkleidung überdacht sind. Der Zutritt zum abgezäunten Brunnengebiet ist nur den Beamten des Wasserwerks gestattet. Der Durchmesser beträgt beim Hauptbrunnen 5, bei den anderen 6 m, die Tiefe bei allen 7 m, sodass die Brunnensohle ungefähr 2 ½ m unter der Mursohle gelegen ist. Die Auskleidung besteht beim Hauptbrunnen aus gusseisernen Kreissegmentplatten, bei den übrigen aus Cementmauerwerk, welches bis zur Sohle hinabreicht; nur diese ist für das Wasser durchgängig. Mit dem Hauptbrunnen sind sämmtliche Schöpfstellen durch ein Rohrsystem verbunden, welches nach dem Princip des Hebers das Wasser in den Hauptbrunnen ergiesst. Aus diesem wird mittels Dampfkraft das Wasser gehoben und in das Rohrnetz getrieben. Das überschüssige Quantum strömt einem Reservoir zu, welches in einer Entfernung von 1900 m Luftlinie nach Osten zu auf einer Erhebung, dem sog. Rosenberg, in einer Höhe von 40 m über der Ebene gelegen ist. Nachts und in der Zeit, wo in der Stadt mehr Wasser consumirt wird, als das Pumpwerk liefern kann, fliesst von dort das Wasser in das Rohrnetz. Gegenwärtig sind

an die Leitung 2212 Privathäuser, 51 ärarische, 25 landschaftliche und 100 städtische Baulichkeiten, ferner 75 industrielle und gewerbliche Etablissements, 50 Gärten und Springbrunnen, zusammen 2519 Objecte angeschlossen. Die Menge des täglich gelieferten Wasserquantums ist je nach der Jahreszeit verschieden. In den kälteren Monaten beträgt dieselbe durchschnittlich zwischen 5000—6000 cbm, in den wärmeren 8—9000, mitunter 10000 und auch darüber. Die Temperatur des Wassers in den Brunnen beträgt im Winter und Frühjahr zwischen 4—7, im Sommer und Herbst 9—12° C. im Durchschnitt [1])

Woher stammt nun dieses Leitungswasser, welches einen grossen Theil der Grazer Bevölkerung mit Trink- und Nutzwasser versorgt? Ist es Grundwasser, oder Murwasser oder Beides? Es existirt über diese Frage bereits eine Arbeit von Kratter [2]), welcher im Verlauf von 5 Jahren, von 1880—84, Paralleluntersuchungen über die Zusammensetzung des Wassers der Leitungsanlage und der Mur angestellt hat und dabei zu dem Schluss gekommen ist, dass die beiden Wässer nicht identisch sein können. Er äussert sich darüber auf Seite 57 seiner Abhandlung folgendermaassen: »Es ist nemlich eine der landläufigsten Anschauungen, das Leitungswasser sei nichts Anderes als seitlich filtrirtes Murwasser. Wenn dies thatsächlich der Fall wäre, so muss die chemische Analyse die Identität beider Wässer leicht erweisen. Sämmtliche 53 Analysen beweisen aber jede einzeln und alle zusammen das Gegentheil. Es bedurfte übrigens dieser Beweisführung gar nicht, da schon aus anderen Erwägungen sich ergibt, dass das Leitungswasser nichts Anderes ist und sein kann, als Grundwasser, welches hier an einer Stelle geschöpft wird, an der aus Gründen, die bei Besprechung des Bodens von Graz auseinandergesetzt werden sollen, besonders reichlich vorhanden sein muss«. Kratter nennt das Leitungswasser das Normal-Grundwasser der Grazer Ebene und beurtheilt die Güte

1) Ich verdanke diese Zahlen der Freundlichkeit des Directors des Wasserwerkes, Herrn Kadletz, dem ich an dieser Stelle für sein stets liebenswürdiges Entgegenkommen bei meinen Untersuchungen bestens danke.

2) J. Kratter, Studien über Trinkwasser und Typhus. Graz 1886.

der Stadtbrunnen, welche von ihm in ausgedehntem Maass auf die Art und Weise ihrer Zusammensetzung geprüft wurden, je nach der grösseren oder geringeren Menge an gelösten Substanzen, verglichen mit jener des Leitungswassers. Von diesem Standpunkt aus mussten viele Brunnen der inneren Stadt, namentlich hoh und von der Mur weit entfernt gelegene, als hochgradig verunreinigt erklärt werden, während die Brunnen der jüngeren Stadttheile, namentlich solche in der Nähe des Flusses, zufolge der chemischen Analyse als reine, ja als gute Schöpfstellen angesprochen werden konnten. Den Grund für dieses verschiedene Verhalten sieht Kratter hauptsächlich in der ungleichen Durchsetzung des Bodens mit Stadtlaugenstoffen, die besonders in der Altstadt in ziemlich grossen Mengen angehäuft sind.

Auf Veranlassung des Herrn Prof. Prausnitz, dem ich an dieser Stelle für sein fortdauerndes Interesse an dieser Arbeit und seine Unterstützung meinen besten Dank ausdrücke, habe ich die Lösung der Frage in Angriff genommen, ob nicht doch, namentlich unter besonderen Umständen, eine Vermischung von Grund- und Murwasser in den Leitungsbrunnen stattfinde.

Es handelte sich darum, festzustellen: Ist das in den Leitungsbrunnen gehobene Wasser unter allen Umständen reines Grundwasser, oder findet stets oder nur unter bestimmten Verhältnissen eine Vermischung mit Murwasser statt, und wenn ja, ist auch dann noch vom hygienischen Standpunkt aus dieses Wasser als Trink- und Nutzwasser zuzulassen, oder mit anderen Worten, schützt das zwischen den Schöpfstellen und dem Fluss gelegene Erdreich die Brunnen vor einer Infection von Seite der Mur her? Die Wichtigkeit einer befriedigenden Lösung, namentlich der letzteren Frage, ist einleuchtend. In den letzten Jahrzehnten, besonders aber seitdem im Jahre 1892 die alte hygienische Lehrmeisterin, die Cholera, in Hamburg mit drastischer Deutlichkeit gezeigt hat, welches Unheil ein inficirtes Wasserleitungswasser über ein Gemeinwesen bringen kann, haben sich allenthalben die Kreise, welche für das öffentliche Wohl sich interessiren oder beauftragt sind, dasselbe zu überwachen, von Neuem mit der Frage beschäftigt: ist das Wasser, welches diese oder jene

Gemeinde versorgt, thatsächlich einwandsfrei oder ist der Gebrauch desselben unter den bestehenden Verhältnissen zu verbieten. Hand in Hand damit suchte man von Neuem nach Anhaltspunkten, welche gestatten, mit Sicherheit zu erkennen, ob ein Wasser verunreinigt ist, d. h. ob es von vornherein so beschaffen ist, dass man es ohne vorausgegangene Reinigung nicht zum Gebrauch zulassen darf, oder ob es, ursprünglich von einwandsfreier Beschaffenheit, bis zum Augenblick der Benützung unter Verhältnisse gekommen ist, welche eine Bedrohung der Gesundheit der Consumenten in sich schliessen. In dieser Hinsicht haben die maassgebenden Kreise den früheren einseitigen Standpunkt, eine Wasserprobe nur nach seiner physikalisch-chemischen oder bacteriologischen Beschaffenheit zu beurtheilen, völlig verlassen. Die Principien, nach welchen die moderne Hygiene eine Wasserversorgung beurtheilt, sind u. a. von Flügge im vorigen Jahre gelegentlich der XX. Versammlung des Vereins für öffentliche Gesundheitspflege scharf präcisirt und in folgende Sätze zusammengefasst worden[1]):

1. Die bis jetzt übliche hygienische Begutachtung der Wässer lediglich auf Grund der chemischen bacteriologischen und mikroskopischen Untersuchung eingesandter Proben ist fast in allen Fällen verwerflich.

2. Die einmalige Prüfung eines Wassers auf seine hygienische Zulässigkeit als Trink- oder Brauchwasser muss vor allem durch Besichtigung und sachverständige Untersuchung der Entnahmestelle und der Betriebsanlage erfolgen. In manchen Fällen liefert diese Prüfung allein bereits eine Entscheidung. Meistens ist eine Ergänzung durch grobsinnliche Prüfung des Wassers, sowie durch Eisen- und Härtebestimmung wünschenswerth; selten ist eine weitergehende chemische, bacteriologische oder mikroskopische Untersuchung zur Sicherung der Resultate erforderlich. — Bei Neuanlagen von centralen Grundwasserversorgungen muss man sich mit besonderer Sorgfalt von der Keimfreiheit des betreffenden Grundwassers vergewissern.

---

1) Deutsche Vierteljahrschrift für öffentl Gesundheitspflege, Bd. XXVIII 1. Heft, 1896.

3. Zur fortlaufenden Controle von Wasserversorgungen, deren Anlage und Betrieb bekannt ist, eignet sich die bacteriologische, zuweilen auch die chemische Analyse einwandfrei entnommener Proben. Die hygienische Bedeutung auffälliger Resultate der Analyse ist meist nur aus einer wiederholten Besichtigung und Untersuchung der Versorgungsanlage zu entnehmen.«

Für die Lösung der in Rede stehenden Fragen kamen die chemische und bacteriologische Untersuchungsmethode in Betracht. Von der chemischen Prüfung stand zu erwarten, dass sie den bestimmten Nachweis einer vorhandenen Uebereinstimmung oder nahen Verwandtschaft in der Zusammensetzung zweier Wasser werde liefern können. Die bacteriologischen Befunde hingegen konnten für das Leitungswasser insofern von grossem Werth sein, als sie für die Beschaffenheit des Bodens als Bacterienfilter einen Indicator abzugeben im Stande waren.

Was zunächst das Grundwasser anlangt, welches von Osten her in die Leitungsbrunnen eintritt, so stammt dasselbe von dem Grundwasserstrom, der von den im Osten und Nordosten gelegenen Erhebungen, den Rosenberg und dem Rainerkogel der Mur zufliesst.

Die Entfernung des Fusses dieser Hügel von der Mur ist verschieden. Beim Rosenberg, der am weitesten nach Süden zu gelegen ist, beträgt die Distanz vom Uferrand ungefähr 1700 bis 1800 m, beim Rainerkogel zwischen 500—600 m. Am meisten gegen Norden zu nähert er sich der Mur bis auf 350—400 m. Die Höhe dieser Erhebungen ist nicht bedeutend. Sie beläuft sich beim Rosenberg auf ungefähr 80—90 m über der Thalsohle, beim Rainerkogel auf 140 m. Das auf diesen Hügeln sich ansammelnde Grundwasser strömt auf der undurchlässigen Schicht, einem Chloritschiefer durch den Alluvialschotter des Flusses der Mur zu, und versorgt auf diesem Wege die dazwischenliegenden Brunnen der Grabenstrasse, welche sich unmittelbar am Fusse der Berge hinzieht, der Körösistrasse und der Fischergasse, welche mehr der Mur zu gelegen sind. Die Mächtigkeit dieses Grundwasserstromes ist natürlich abhängig von der Intensität der Niederschläge und es kommt mitunter vor, dass bei sehr niedrigem

Grundwasserstand, Brunnen, welche nicht tief gegraben sind, versiegen.

Zur Lösung der gestellten Fragen war es nothwendig, nicht bloss Paralleluntersuchungen der Mur und des Leitungswassers vorzunehmen, sondern auch die Beschaffenheit des Wassers jener Brunnen kennen zu lernen, welche weiter entfernt von der Mur, näher den bezeichneten Erhebungen zu gelegen sind. Ist das Wasser der Anlage bei hohem und niedrigem Grundwasserstand identisch mit jenem, welches mehr dem Rosenberg und Rainerkogel zu geschöpft wird, so kann man mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit annehmen, dass eine Vermischung mit Murwasser in den Leitungsbrunnen nicht stattfindet. Zeigen sich jedoch bedeutende Verschiedenheiten, und sind dieselben einerseits abhängig vom Stand des Grundwassers, anderseits vom Steigen und Fallen der Mur, so spricht diess für eine Beeinflussung der Schöpfstellen durch den Fluss. Bei der verschiedenen Lage der einzelnen Leitungsbrunnen einerseits gegenüber der Mur, anderseits in Folge der nicht unbedeutenden Entfernungen untereinander, konnte sich die Untersuchung nicht auf die Feststellung der Bestandtheile des Mischwassers sämmtlicher Schöpfstellen im Hauptbrunnen beschränken, sondern es musste jeder einzelne Brunnen für sich auf seine Zusammensetzung geprüft werden. —

Untersucht wurde, wie erwähnt, das Wasser mit wenigen Ausnahmen chemisch und bacteriologisch. Dem Aussehen nach waren sämmtliche Proben, abgesehen von dem Murwasser, stets klar und frei von suspendirten Bestandtheilen. Da es sich um rein vergleichende Untersuchungen handelte, so beschränkte ich mich Anfangs darauf, als Indicatoren der chemischen Qualität der Proben die Menge der darin gelösten Substanzen (Trockenrückstand) und den Chlorgehalt festzustellen. Später, besonders um mir einige Sicherheit zu verschaffen, dass ein Hausbrunnen nicht grob verunreinigt ist, was ja durch den blossen Localaugenschein ohne Oeffnung und Befahrung des Brunnens nicht immer zu erkennen ist, prüfte ich auch auf das Vorhandensein von Ammoniak, salpetrige Säure und auf die Menge der organischen

Substanz. Die Entnahme der Wasserproben wurde immer von mir selbst vorgenommen. Für die bacteriologische Untersuchung wurde das Wasser in sterilisirten Reagensgläsern aufgefangen und zwar bei den Hausbrunnen, nachdem das in den Röhren gestandene Wasser durch 2—3 Minuten dauerndes Auspumpen entfernt war, bei den Leitungsbrunnen in der Weise, dass die sterilisirte Eprouvette mittelst einer keimfreien Kautschuckschlinge an einer mit einem reinen Tuch sorgfältig abgewischten, polirten Stange befestigt und dann in das Wasser untergetaucht wurde. Um eine, wenn auch vielleicht nur geringe, Vermehrung der Bacterien im Reagensglas (durch längeres Stehen) auszuschliessen, welche Vermehrung, besonders die Beurtheilung der bacteriologischen Beschaffenheit des Leitungswasser hätte trüben können, wurde mittelst der Esmarch'schen Rollplattenmethode meist an Ort und Stelle (Wasserwerk) die Anlegung der Rollröhrchen vorgenommen. Bei der bacteriologischen Prüfung der Hausbrunnen war dies Umstände halber nicht immer durchführbar. In diesen Fällen wurden sogleich nach Eintreffen der Proben im Institut, was nie später als 1—1½ʰ nach der Entnahme stattfand, Petrischalen gegossen. Zur grösseren Sicherheit verwendete ich sehr häufig von jeder einzelnen Probe zweimal 1 ccm oder 2 und 1 ccm für die Untersuchung. Von der Mur wurde immer 1 und ½ ccm genommen. Die Zählung der Colonien erfolgte, je nach den herrschenden Temperaturverhältnissen, 2—4 Tage nach der Anfertigung der Platten.

Für die chemische Untersuchung wurde das Wasser in sorgfältig gereinigte Flaschen von 1—1½ l Inhalt eingefüllt. Um jeden Irrthum völlig auszuschliessen, wurde die Bestimmung des Trockenrückstandes als eine der wichtigsten Untersuchungsziffern ausnahmslos doppelt vorgenommen, indem von jeder Probe in 2 Schalen je 250 ccm eingedampft wurden. Die Schalen kamen dann auf genau gleich lange Zeit nebeneinander in denselben Trockenschrank, dessen Temperatur zwischen 100 und 105° C. schwankte und verblieben dann bis zur Wägung wieder die nämliche Zeit in demselben Exsiccator. Auf diese Weise gelingt es nicht selten, die Mengen des Trockenrückstandes in

den beiden sich gegenseitig controllirenden Schalen ganz genau übereinstimmend zu erhalten. Meist betrug die Differenz nur einige Zehntel Milligramme, mitunter auch 2—3 mg. War der Unterschied erheblich grösser, so wurde eine 3. Bestimmung vorgenommen. Von den erhaltenen Werthen nahm ich dann das arithmetische Mittel. Das Murwasser untersuchte ich auf die Menge der in ihnen enthaltenen Bestandtheile in zweifacher Weise: 1. stellte ich das Quantum der suspendirten Partikelchen + der Menge der gelösten Substanzen fest; 2. die letzteren allein, zu welchem Zweck das Murwasser filtrirt wurde. Es geschah diess in der Ueberlegung, dass bei einer Vermischung des Grundwassers mit Murwasser nur seitlich filtrirtes also von den aufgeschwemmten Theilen befreites Flusswasser in Betracht käme und man daher auch den Gehalt an Trockenrückstand dieses Wassers kennen müsse.

Die Bestimmung des Chlorgehaltes geschah in der üblichen Weise durch Titrirung mit $AgNO_3$. Als Indicator diente einfach chromsaures Kali, von dem ich zur Erzielung einer möglichst gleichen Farbennuance immer ½ ccm zu 100 ccm hinzufügte. Die Menge der organischen Substanz wurde nach der Methode von Kubel-Tiemann festgestellt. Die Prüfung auf das Vorhandensein von Ammoniak geschah mit Nessler's Reagens, auf salpetrige Säure entweder mit Jodzinkstärkelösung oder Metaphenylendiamin. Häufig wurde die Bestimmung des Chlorgehaltes und der organischen Substanz, namentlich bei auffallenden Ergebnissen zur Sicherung des Resultats, doppelt vorgenommen.

Um mir vor allem über die Menge des Trockenrückstandes im Leitungswasser im Vergleich zur Mur ein Bild zu verschaffen, untersuchte ich in verschiedenen Intervallen die einzelnen Brunnen. Der Hauptbrunnen, als Mischbrunnen, wurde jedesmal mit untersucht. Im Folgenden gebe ich eine Zusammenstellung der Resultate, welche ich hiebei in der Zeit von April bis Juni 1895 erhalten habe. Weder der Grundwasserstand noch das Niveau der Mur schwankte in dieser Periode in abnormer Weise; es herrschte keine grosse Trockenheit und fielen auch keine ungewöhnlichen Mengen von Niederschlägen.

Der Vollständigkeit halber habe ich für jeden Untersuchungstag den Murwasserstand beigefügt:

Tabelle I.

Datum	Höhe des Murpegels		Mur unfiltrirt	Mur filtrirt	Hauptbrunn.	Hofbrunn.	I. Wiesenbrunnen	II. Wiesenbrunnen	III. Wiesenbrunnen	
16. IV 95	0,00	Trockenrückst.	180	158	312	324	244	—	—	mg im Liter
23. » »	+ 0,55		206	125	253	—	—	223	326	
2. V »	+ 0,70		194	140	276	268	—	—	361	
8. » »	+ 0,55		160	117	279	—	223	—	348	
24. » »	+ 0,90		191	106	265	—	212	211	—	
27. VI »	+ 0,10		157	138	285	—	—	201	—	
16. IV 95	Chlor		4,9		6,86	6,86	5,39	—	—	mg im Liter
23. » »			3,43		6,86	—	—	6,36	9,8	
2. V »			4,36		5,62	5,62	—	—	8,24	
8. » »			2,94		6,86	—	5,88	—	8,33	
24. » »			1,96		6,86	—	6,86	6,86	—	
27. VI »			5,82		8,73	—	—	6,79	—	
16. IV 95	Keimzahl		3000		5	12	7	—	—	im ccm
23. » »			2800		verungl.	—	—	30	1	
2. V »			3276		80	3	—	—	12	
8. » »			1326		0	—	70—80	—	2	
24. » »			2268		20	—	12	verungl.	—	
27. VI »			1205		1	—	—	6	—	

Aus den erhaltenen Zahlen der Trockenrückstandsmengen und des Chlorgehaltes ergibt sich, dass das Leitungswasser von dem Murwasser deutlich verschieden ist. Das erstere weist an jedem Untersuchungstag nicht unbedeutend höhere Werthe auf, als das letztere. Aus den gefundenen Zahlen geht jedoch weiter hervor, dass die Zusammensetzung des Wassers der einzelnen Schöpfstellen untereinander deutlich differirt. Die geringsten Werthe weisen die dem Fluss am nächsten gelegenen Schöpfstellen, der I. und II. Wiesenbrunnen auf, die höchsten der III. Wiesenbrunnen. Einmal, am 23. April, betrug der Unterschied in der Menge des gefundenen Trockenrückstandes zwischen II. und III. Wiesenbrunnen 103 mg, am 8. Mai zwischen I. und III. Wiesenbrunnen sogar 125 mg im Liter. Hinsichtlich des

Chlorgehaltes ist die Differenz nicht so hervortretend, doch zeigen auch hier die ersten beiden Wiesenbrunnen die niedrigsten Werthe.

Was die bacteriologische Beschaffenheit des Leitungswassers betrifft, so liefert die Untersuchung des Keimgehaltes der einzelnen Brunnen ein sehr erfreuliches Resultat. Mit wenigen Ausnahmen ist der Bacteriengehalt ein äusserst geringer, einmal wurde das Wasser sogar keimfrei gefunden. Die erwähnten Ausnahmen lassen sich durch die am selben oder einige Tage vorher stattgehabte Controlirung und Reparatur des Röhrensystems leicht erklären. Von solchen zeitweiligen in etwas grösserer Anzahl vorhandenen Bacterien befreien sich die Brunnen jedoch bald von selbst, wie z. B. die Untersuchungen des Hauptbrunnens am 2. und 8. Mai ergeben. Am ersteren Datum waren daselbst bis zu 80 Keime im Cubikcentimeter vorhanden, 6 Tage darauf war die Anzahl im Cubikcentimeter = 0. Aehnlich, wenn auch nicht gleich günstig, waren die Verhältnisse beim I. Wiesenbrunnen am 8. und 24. Mai.

Eine sichere Entscheidung in den gestellten Fragen hatte diese Untersuchungsreihe nicht geliefert, jedoch durch den Umstand, dass die dem Ufer näher liegenden Brunnen constant geringere Werthe aufweisen, als die entfernteren Schöpfstellen, der Verdacht wachgerufen, dass das Leitungswasser durch die Mur beeinflusst werde. Um einen deutlicheren Einblick in die Wasserverhältnisse der Thalsohle in dieser Gegend zu erhalten, untersuchte ich im Herbst vorigen Jahres Brunnen in der Körösistrasse und Fischergasse, welche zwischen dem Wasserwerk und den Erhebungen, jedoch noch mehr der Mur zu gelegen sind. Die Brunnen waren durchschnittlich 100—200 m vom Fluss entfernt.

(Siehe Tabelle II auf S. 276.)

Aus den beiden Untersuchungsreihen geht hervor, dass die Differenz in der chemischen Zusammensetzung der Hausbrunnen in der Körösistrasse und Fischergasse verglichen mit der der Leitungsbrunnen nicht so durchgreifend ist, dass man von Wassern mit verschiedenem Charakter sprechen könnte. Eine

Tabelle II.
Stand des Murpegels — 0,55.

13./IX. 95	Mur unfiltrirt	Mur filtrirt	Haupt-brunnen	Hof-brunnen	I. Wiesen-brunnen	II. Wiesen-brunnen	III. Wiesen-brunnen	Körösistr. 58/60	Körösistr. 5 B	Körösistr. 62	Fischerg. 1	Fischerg. 5 d	Fischerg. 17	
Trock.-rückst.	195	179	259,4	248,8	210	232,2	296	308,6	240,8	316,6	228	320,8	264,8	mg im Lit.
Chlor	4,9		7,84	6,37	4,9	7,84	7,84	7,84	4,9	6,86	5,88	7,35	5,88	mg im Lit.
Keim-zahl	1512		40-50	20-30	20	4—5	4—5	40-50	30-40	10-15	100	50-60	8-900	im ccm.

Tabelle III.
Höhe des Murpegels — 0,48.

20./IX. 95	Mur unfiltrirt	Mur filtrirt	Haupt-brunnen	Hof-brunnen	I. Wiesenbrunnen	II. Wiesenbrunnen	III. Wiesenbrunnen	Körösistrasse 34	Körösistrasse 38	Körösistrasse 44	Körösistrasse 48	Körösistrasse 54	
Trocken-rückstand	204	187,8	251	268,8	235,6	232,8	273,4	684,8	368	264	264,4	289,6	mg im Lit.
Chlor	3,88		7,76	6,79	4,85	5,82	8,76	25,22	8,76	7,76	6,79	7,76	mg im Lit.

Ausnahme hiervon macht der Brunnen Körösistrasse No. 34. Derselbe erschien jedoch schon bei der Localbesichtigung sehr verdächtig und seine Construction nicht geeignet, ein Eindringen von Flusswasser nach innen abzuhalten. Für eine Verunreinigung spricht ausser dem hohen Trockenrückstand auch der abnorm hohe Chlorgehalt, der den aller anderen Brunnen, die sonst gleich gelegen sind, um ein Vielfaches übersteigt. Leider konnte in Folge verschiedener Umstände an diesem Tage eine bacteriologische Untersuchung nicht vorgenommen werden, eine diesbezügliche Prüfung hätte sehr wahrscheinlich den Verdacht auf grobe Verunreinigung noch weiter bestätigt. Aus diesem Grund wurde dieser Brunnen zukünftig zur Untersuchung nicht mehr herangezogen. — Von den Leitungsbrunnen zeigten wieder die dem Fluss zunächst gelegenen Schöpfstellen die geringsten Mengen an gelösten Substanzen und im Chlorgehalt, und diese Thatsache im Zusammenhang mit der gleichen Beobachtung des Frühjahrs betrachtet, liess das damals nur vermuthete Eindringen

von Flusswasser in die Schöpfstellen der Leitungsanlage nun als sehr wahrscheinlich erscheinen. Die Anzahl der Keime im Cubikcentimeter war im Leitungswasser in Uebereinstimmung mit den im Frühjahr gefundenen Werthen wieder sehr gering.

Im Februar dieses Jahres begann ich eine dritte Paralleluntersuchung des Wassers der Leitungsbrunnen und desjenigen der Mur. Ausser den Brunnen in der Körösistrasse zog ich diesmal auch solche in der Grabenstrasse, also unmittelbar am Fusse des Rainerkogels und Rosenberges gelegene, und auch solche auf diesen Erhebungen selbst befindliche Brunnen zum Vergleiche heran. Der Winter 1895/96 war in Graz ziemlich milde verlaufen, die Menge der Niederschläge war gering gewesen, dabei aber doch in Folge der andauernden, wenn auch nie sehr strengen Kälte die obersten Erdschichten gefroren. Dies alles hatte eine verminderte Ergiebigkeit des Grundwasserstromes zur Folge, welches Absinken des Grundwasserstandes in dem Versiegen mehrerer Brunnen in den erwähnten Strassen seinen Ausdruck fand. In diesem Zeitpunkt musste, wenn ein nennenswerther Eintritt von Flusswasser in die Brunnen überhaupt stattfindet, in Folge des Mangels an Grundwasser ganz besonders deutlich eine Uebereinstimmung in der Zusammensetzung des Brunnen- und des Flusswassers zu erkennen sein und es stand zu erwarten, dass diese Uebereinstimmung namentlich bei den dem Ufer nahe liegenden Schöpfstellen hervortrete.

Ich schöpfte zu diesem Zweck die Proben immer spät am Abend, wann der ohnehin schon tiefe Stand des Wassers in den Brunnen durch die den ganzen Tag fortgesetzte Inanspruchnahme noch mehr gesunken war und daher die grössten Mengen Flusswasser erwartet werden konnten. Eine vorläufige, orientirende Untersuchung lieferte folgende Zahlen:

(Siehe Tabelle IV auf Seite 278.)

Beim Vergleich der Ziffern der Mengen des Trockenrückstandes und des Chlorgehaltes fällt sogleich die hochgradige Uebereinstimmung zwischen dem II. Wiesenbrunnen und der Mur auf. Die Summe der gelösten Substanzen beträgt beim Brunnen 205,8, beim Fluss 203 mg im Liter, der Chlorgehalt 5,82 resp.

Tabelle IV.

Stand des Murpegels — 0,85.

13. Februar 1896	Mur unfiltr.	Mur filtrirt	Haupt-brunn.	Hof-brunn.	II. Wies.-brunn.	Körösi-str. 38	Körösi-str. 44	
Trockenrückstand	216	203	234	247,6	205,6	338	316	mg im Liter
Chlor	5,33		8,73	8,73	5,82	9,7	10,6	mg im Liter
Keimzahl	4588		1	0	10	40—50	1400	im ccm

5,33. Die beiden anderen mehr von der Mur zurückliegenden Leitungsbrunnen weisen schon höhere Werthe auf, die höchsten die Brunnen in der Körösistrasse. Nach diesem Verhalten war die Annahme eines Eindringens von Murwasser in die Leitungsbrunnen nicht mehr abzuweisen und es liess die Untersuchung unter den herrschenden Umständen eine endgültige Lösung der gestellten Fragen erwarten. Zum Vergleich mit dem Leitungs- und Murwasser zog ich wieder Brunnen der Körösistrasse, ausserdem aber auch solche in der Grabenstrasse und auf den Erhebungen selbst liegende heran. Inzwischen war der Grundwasserspiegel weiter gesunken, was sich durch das Versiegen der Brunnen in den Häusern Körösistrasse 38 und 44 zu erkennen gab, die Verhältnisse waren somit für meine Zwecke noch günstiger geworden. Einmal untersuchte ich auch den sogenannten Mühlgang, dessen Wasser sich fast gleich zusammengesetzt erwies, wie das der Mur, von der er ja auch abgezweigt ist. Die angestellte Prüfung der verschiedenen Wässer am 27. und 28. Februar führte zu folgendem Resultat:

Tabelle V.

Höhe des Murpegels — 0,96.

27. Februar 1896	Murwass. unfiltrirt	Murwass. filtrirt	Haupt-brunnen	I. Wiesenbrunnen	II. Wiesenbrunnen	III. Wiesenbrunnen	Körösistrasse 42	Körösistrasse 54	Körösistrasse 5B	
Trockenrückstand	194,8	186,8	244	212	204	230,8	354,4	278	231,6	mg im Lt.
Chlor	—	5,82	6,79	4,85	5,82	6,79	11,64	7,76	5,82	mg im Lt.

Tabelle VI.
Höhe des Murpegels — 0,97.

28./II. 1896	Mur unfiltrirt	Mur filtrirt	Mühlgang unfiltrirt	Mühlgang filtrirt	Haupt-brunnen	Hof-brunnen	I. Wiesenbrunnen	II.	III.	Grabenstrasse 72	78	82	86	
Trock.-rückst.	180	175,6	180,8	161,2	239,2	264	208	204	218	450,8	536	652,8	480,8	mg im l.lt.
Chlor	4,85		5,82		6,79	6,79	4,85	4,85	5,82	11,64	28,13	23,28	16,49	
O-Verbr.	2,8		2,8		1,2	1,2	1,7	1,8	1,3	3,7	1,7	1,5	1,2	
N_2O_5	Spuren		Spuren		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NH_3	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Keim-zahl	2200		2200		1—2	4—5	10-12	12-15	50	nicht untersucht				1. ccm

Aus Tabelle V und VI geht hervor, dass in gleicher Weise wie am 13. Februar die der Mur zunächst liegenden Schöpfstellen, der I. und II. Wiesenbrunnen, sowohl in der Menge des Trockenrückstandes als auch im Chlorgehalt mit dem Flusswasser die grösste Verwandtschaft zeigen, während der mehr vom Uferrand weg liegende III. Wiesenbrunnen schon geringere Aehnlichkeit aufweist und die geringste beim Hofbrunnen, dem entferntesten, anzutreffen ist. Es steht somit das Wasser der Leitungsanlage in seiner Zusammensetzung dem Murwasser erheblich näher, als jenem in der Grabenstrasse, dessen Trockenrückstand durchschnittlich um mehr als 200 mg der Chlorgehalt um 10—15 und mehr mg im Liter höher ist, als beim Leitungswasser. Entsprechen diese hohen Beträge jenem Grundwasser, welches vom Rosenberg und dem Rainerkogel der Thalsohle zufliesst, so mussten sich, von speciellen Umständen abgesehen, ähnlich hohe Werthe auch bei den Brunnen finden, die bereits auf diesen Erhebungen selbst gelegen sind. Bevor ich jedoch dazu kam, solche Brunnen zu untersuchen, trat in Folge von in Obersteiermark niedergegangenen heftigen Niederschlägen Hochstand der Mur ein, und ich benutzte diese günstige Gelegenheit, um den Einfluss des hochgehenden Flusses bei fast gleich gebliebenem Grundwasserstand auf die Zusammensetzung des Leitungswassers festzustellen. Die Höhe des Murpegels war am

8. März — 0,7, am 9. März — 0,15, am 10. März stieg der Wasserspiegel auf + 0,8, um im Verlauf des nächsten Tages, dem 11. März, wieder auf + 0,1 zu sinken. Zugleich mit dem Leitungswasser nahm ich Proben von der Körösistrasse. Der Grundwasserspiegel war wieder etwas gestiegen, was sich an dem Wiederauftreten von Wasser in den Brunnen der Häuser 38 und 44 constatiren liess.

Tabelle VII.
Höhe des Murpegels + 0,1.

11. März 1896	Mur unfiltrirt	Mur filtrirt	Hauptbrunnen	Hofbrunnen	I. Wiesenbrunn.	II. Wiesenbrunn.	III. Wiesenbrunn.	Körösistrasse 38	Körösistrasse 42	Körösistrasse 44	Körösistrasse 54	Körösistrasse 5 B	
Trockenrückstd.	224	128	212	227	188	176	203,2	394,4	330,2	335,6	268	236	mg i. Liter
Chlor . .	3,39		5,82	4,85	3,88	3,88	4,85	18,43	9,7	8,76	6,79	4,85	mg i. Liter
O-Verbr. .	3,7		1,8	1,4	1,9	1,9	1,2	1,5	1,8	1,2	1,2	2,2	mg f. 1 Lit.
N_2O_5 . .	Reaction deutlich		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NH_3 . .	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Keimzahl	9—10 000		350	2	440	150	200	250	2260	500	200	2400	i. ccm

Das Ergebnis dieser Untersuchungsreihe im Zusammenhang mit den früheren Resultaten betrachtet ist eindeutig. Mit dem Absinken der Menge der gelösten Substanzen der Mur, in Folge reichlicher Beimischung von Schneewasser erfolgte auch eine Abnahme der Menge des Trockenrückstandes und des Chlorgehaltes im Leitungswasser und zwar namentlich in jenen Brunnen, welche wie des I. und II. Wiesenbrunnen zunächst der Mur gelegen sind. In die Schöpfstellen der Leitungsanlage ist sicher Murwasser eingetreten und hat durch seinen geringeren Gehalt an gelösten Substanzen die abnorm niederen Werthe des Trockenrückstandes und des Chlors hervorgerufen. Dass nicht das Grundwasser als solches seinen Charakter geändert hat, geht aus den höheren Untersuchungsziffern der vom Flusse entfernter liegenden Brunnen in der Körösistrasse hervor, welche der Leitungsanlage gerade gegenüberliegen und deren Plus an Distanz von der Mur nur 60—80 m beträgt.

Ich halte es demnach auch für zweifellos, dass schon am 13., 27. und 28. Februar in Folge des sehr niedrigen Grundwasserstandes und fortdauernder, unverminderter Inanspruchnahme der Schöpfstellen dem I. und II. Wiesenbrunnen Murwasser beigemischt war und es erklären sich von diesem Standpunkte aus auch die constant niedrigeren Ziffern im Trockenrückstand und im Chlorgehalt der mittleren Brunnen im Frühjahr und Herbst vorigen Jahres. Auch unter den damalig herrschenden Bedingungen war höchstwahrscheinlich Murwasser in die Brunnen eingetreten, es konnte aber zu der damaligen Zeit diese Beimischung nicht absolut sicher erkannt werden. Inwieweit die von dem Ufer entfernter liegenden Brunnen des Wasserwerkes von der Mur beeinflusst werden, lässt sich schwer constatiren. Wahrscheinlich dringt auch in sie unter Verhältnissen, wie sie im Februar vorgelegen sind Flusswasser ein, wenn auch im geringeren Grade als bei den der Mur näher liegenden. Es spricht für diese Anschauung die Thatsache, dass der Hof und der III. Wiesenbrunnen in dieser Zeit durchwegs niedrigere Werte des Trockenrückstandes aufwiesen als im Frühjahr und Herbst 1895. (Tab. VIII).

(Siehe Tabelle VIII auf S. 282.)

Auffallend hoch war am 11. März, mit Ausnahme des Hofbrunnens, der Keimgehalt in den verschiedenen Schöpfstellen. Es erklärt sich dieses abnorme Verhalten jedoch ungezwungen durch die in den vorhergegangenen Tagen stattgefundene Revision und Reparatur des Röhrenwerkes. Ein Eindringen von Keimen von Seite der Mur her, halte ich für gänzlich ausgeschlossen. Es spricht dafür auch die Thatsache, dass der Boden dieses Gebietes in einer Tiefe von 3—4 m von der Oberfläche schon sehr keimarm angetroffen wird. Ich machte diesen Befund gelegentlich der Anlage des neuesten Brunnenschachtes, indem ich die Erde in verschiedener Entfernung von der Oberfläche auf ihren Bacteriengehalt untersuchte. Die Proben wurden unter allen Cautelen den verschiedenen Schichten entnommen, in sterile Gläser gefüllt und dann entweder bestimmte Mengen mit 100 ccm keimfreien Wassers gründlich vermischt und hiervon 1 und 2 ccm

Tabelle VIII.

Datum	Höhe des Murpegels		Murwasser filtrirt	Hauptbrunn	Hofbrunn.	Wiesenbrunnen I.	Wiesenbrunnen II.	Wiesenbrunnen III.	
16. IV 95	0,00	Trockenrückstand	158	312	324	244	—	—	Milligramme im Liter
23. » »	+ 0,55		125	258	—	—	223	326	
2. V »	+ 0,70		140	276	268	—	—	361	
8. » »	+ 0,55		117	279	—	223	—	348	
24. » »	+ 0,90		106	265	—	212	211	—	
27. VI »	+ 0,10		138	285	—	—	201	—	
13. IX »	— 0,55		179	259,4	248,8	210	232,2	296	
20. » »	— 0,48		187,8	251	268,8	235,6	232,8	273,4	
13. II 96	— 0,85		203	234	247,6	—	205,6	—	
27. » »	— 0,96		186,8	244	—	212	204	230,8	
28. » »	— 0,97		175,6	239,2	264	208	204	218	
11. III »	+ 0,10		128	212	227	188	176	203	
16. IV 95		Chlor	4,9	6,86	6,86	5,39	—	—	Milligramme im Liter
23. » »			3,43	6,86	—	—	6,36	9,8	
2. V »			4,36	5,62	5,62	—	—	8,24	
8. » »			2,94	6,86	—	5,88	—	8,33	
24. » »			1,96	6,86	—	6,86	6,86	—	
27. VI »			5,82	8,73	—	—	6,79	—	
13. IX »			4,9	7,84	6,37	4,9	7,84	7,84	
20. » »			3,88	7,76	6,79	4,85	5,82	8,76	
13. II 96			5,83	8,73	8,73	—	5,82	—	
27. » »			5,82	6,79	—	4,85	5,82	6,79	
28. » »			4,85	6,79	6,79	4,85	4,85	5,82	
11. III »			3,39	5,82	4,85	3,88	3,88	4,85	

zur Anlegung der Platten verwendet, oder direct mit abgewogenen Quantitäten Gelatine inficirt und in Petrischalen ausgegossen. Als Resultat einer zweimaligen Prüfung ergab sich, dass bereits in einer Distanz von $2\frac{1}{2}$—3 m von der Oberfläche der Keimgehalt sehr stark herabgemindert ist. Am 3. März waren in einem Centigramm

in einer Entfernung von 30 cm von der Oberfläche 2409 Keime
» » » » 190 cm » » » 1180 »
» » » » 220 cm » » » 277 »
» » » » 270 cm » » » 116 »
» » » » 300 cm » » » 7 »
» » » » 310 cm » » » 4 »

enthalten.

Am 5. März war das Ergebnis, wenn auch nicht gleich deutlich, so doch im wesentlichen übereinstimmend.

Es enthielt ein Centigramm

in einer Tiefe von	130 cm	von der Oberfläche	2925 Keime
» » » »	175 cm	» » »	600 »
» » » »	215 cm	» » »	30 »
» » » »	300 cm	» » »	80 »
» » » »	420 cm	» » »	50—60 ».

Ein Einschwemmen von Keimen seitens der Mur hätte übrigens auch an jenen Tagen sich bemerkbar machen müssen, wo erwiesenermaassen Murwasser dem Brunnenwasser der Leitung schon beigemischt war. Es hätte in diesem Fall ein rapides Anwachsen der Keimzahl die Folge sein müssen. Davon konnte jedoch keine Andeutung bemerkt werden. Das Leitungswasser bewahrte, wie aus Tab. IX hervorgeht, während der ganzen Zeit annähernd seine gleiche bacteriologische Beschaffenheit, ein Umstand, der wohl nicht blos der Beschaffenheit des Wassers an und für sich, sondern auch der richtigen Anlage der Brunnen und dem sorgfältigen Betrieb zuzuschreiben ist. Ganz den Anforderungen der Hygiene entsprechend sind Schachtbrunnen ja überhaupt nicht, wie dies wiederholt, namentlich in letzter Zeit, von maassgebendster Seite, so auch von Koch, hervorgehoben worden ist. Es können eben bei dieser Art von Brunnen Verunreinigungen nicht unbedingt ferngehalten werden und daher ist die Gefahr einer Infection immer vorhanden. Unter den bestehenden Verhältnissen jedoch und in Ermangelung von etwas Besserem möchte ich die Schöpfstellen des Grazer Wasserwerks als zulässig erklären, namentlich wenn darauf gesehen wird, dass die vorzunehmenden Begehungen und Reparaturen nicht über das allernothwendigste Maass hinausgehen.

(Siehe Tab. IX auf S. 284.)

Um über die Qualität des auf dem Rosenberg und dem Rainerkogel sich ansammelnden Wassers in's Klare zu kommen, untersuchte ich Proben von Brunnen, welche theils hart am Fuss theils auf den Erhebungen selbst gelegen sind. Die Brunnen Zuserthal 2/4 und Grabenstr. 86 liegen noch in der Ebene, die

Tabelle IX.

Datum	Höhe des Mur-pegels	Mur	Haupt-brunn.	Hof-brunn.	I.	II.	III.	
					Wiesenbrunnen			
16. IV 95	0,00	3000	5	12	7	—	—	im ccm
23. » »	+ 0,55	2800	verungl.	—	—	30	1	
2. V »	+ 0,70	3276	80	3	—	—	12	
8. » »	+ 0,55	1326	0	—	70—80	—	2	
24. » »	+ 0,90	2268	20	—	12	verungl.	—	
27. VI »	+ 0,10	1205	1	—	—	6	—	
13. IX »	— 0,55	1512	40—50	20—30	20	4—5	4—5	
13. II 96	— 0,85	4588	1	0	—	40—50	—	
28. » »	— 0,97	2200	1—2	4—5	10—12	12—15	50	
11. III »	+ 0,10	9-10000	350	2	440	150	200	

anderen bereits über der Thalsohle. Das Haus Hochsteig Nr. 9 besitzt 2 Brunnen, welche von einander ungefähr 50—60 Schritte entfernt sind, wovon die Lage des einen, der als »oberer« bezeichnet wird, ca. 10—12 m höher ist als die des anderen.

Tabelle X.

17. März 1896	Zuserthal 3/4	Hochsteingass. 7	Hochsteingass. 9 Ober. Br.	Hochsteingass. 9 Unt. Br.	Grabenhoferweg 9	Grabenstrasse 86	
Trockenrückstand . .	360	635,6	500	676	252	480	mg i. Liter
Chlor . . .	10,78	41,16	10,78	18,62	4,9	15,68	
O-Verbrauch	2,7	3,2	2,6	3,2	0	2,6	mg f. 1 Lit.
N_2O_3 . . .	0	0	0	0	0	0	
NH_3 . . .	0	0	0	0	0	0	
Keimzahl . .	20	30—40	50—60	80-100	50	60—80	i. ccm

Aus dieser Untersuchung geht hervor, dass im Wasser der über der Thalsohle gelegenen Brunnen ähnlich grosse Mengen Trockenrückstands und von Chloriden enthalten sind wie in jenem der Grabenstrasse, also der am Fuss der Berge befindlichen Brunnen. Eine auffallende Ausnahme hiervon zeigt das Wasser

beim Haus Grabenhoferweg Nr. 9. Es erklärt sich dieses Verhalten jedoch aus seiner Lage. Dieser Brunnen liegt schon nahe der Kuppe des Hügels; das Meteorwasser durchsickert infolgedessen bis zur Brunnensohle eine verhältnismässig sehr kurze Strecke von Erdreich und kommt daher weniger mit auflösungsfähigen Substanzen in Berührung als jenes, welches zwischen Humus und dem undurchlässigen Chloritschiefer dieser Erhebungen den unteren Brunnen zuströmt. Ausserdem ist das bezeichnete Haus sonnenseitig gelegen und war dem dortigen Wasser zu dieser Zeitperiode sehr wahrscheinlich eine grössere Menge Schneewasser beigemengt als den Brunnen bei den Häusern in der Hochsteingasse, deren Umgebung vor dem Einflusse der Sonne mehr geschützt ist.

Am 24. März entnahm ich Proben von 2 auf dem Rainerkogel gelegenen Brunnen: r. Weg zum Rainerkogel Nr. 8 und 10, ferner von einem, der fast unmittelbar am Fusse dieser Erhebung sich befindet: Unter Andritz Nr. 1, und von 3 Brunnen in der Körösistr., von denen der nördlichste (Haus Nr. 21) 130, die beiden anderen ungefähr 200 m von der Mur entfernt sind.

Tabelle XI.

24. März 1896	Weg z. Rainerkogl 8	Weg z. Rainerkogl 10	Unter-Andritz 1	Körösistrasse			
				No. 21	No. 92	No. 82	
Trockenrückstand . .	408	308	463,6	196	214,8	188,8	mg i. Liter
Chlor . . .	31,36	18,62	25,48	3,92	3,92	3,92	
O-Verbrauch	2,8	2,2	3,4	2,3	2,8	2,7	mg für 1 Liter
N_2O_5 . . .	0	0	0	0	0	0	
NH_3 . . .	0	0	0	0	0	0	
Keimzahl .	50	10	320	10—15	15	10—20	i. ccm

Von dem am Rainerkogl befindlichen Brunnen zeigt wieder der oberste, nahe dem Gipfel zu gelegene (Weg zum Rainerkogel Nr. 10) den geringsten Trockenrückstand und Chlorgehalt, der unterste (Unter Andritz Nr. 7) den höchsten Betrag an gelösten Substanzen. Es gilt für dieses Verhalten wohl dieselbe

Erklärung, welche bei der Erörterung derselben Thatsache eben vorher bei den Brunnen der Hochsteingasse und des Grabenhoferweges gegeben wurde.

Auffallend niedrige Ziffern weisen die Brunnen in der Körösistrasse Nr. 21, 72 und 82 auf und ich erkläre mir dieses Vorkommnis auf folgende Weise: Nach den Untersuchungen der Brunnenwässer in der Grabenstrasse, am Rosenberg und Rainerkogel (Tab. VI, X und XI) müssen wir dem von diesen Anhöhen herstammenden Grundwasser vor seinem Eintritt in die Thalebene einen Gehalt an gelösten Substanzen von über 400 mg und einen durchschnittlichen Chlorgehalt zwischen 10 und 20 mg im Liter zuerkennen. Auf dem Weg durch die Murebene bis zum Fluss ändert sich jedoch die Qualität dieses Grundwassers, indem dasselbe durch das in der Thalsohle durch das Erdreich durchtretende Meteorwasser, welches ja geringere Mengen an gelösten Substanzen und an Chlor enthält, verdünnt wird. Es weisen in Folge dessen sämmtliche Brunnenwässer in der Körösistrasse und Fischergasse niedrigere Werthe auf als jene in der Grabenstrasse und auf den Erhebungen mit Ausnahme derjenigen, welche ganz auf der Höhe gelegen sind. Die Brunnenwässer in der Körösistrasse selbst zeigen jedoch weiters untereinander nicht unbedeutende Verschiedenheiten. Bei den mehr gegen die Stadt zu vis-a-vis den Schöpfstellen des Wasserwerkes gelegenen Brunnen, treffen wir durchschnittlich höhere Werthe, als bei den mehr gegen Norden zu befindlichen Brunnen und die geringsten Beträge bei jenen, welche wie die des Hauses Nr. 82, 92 und 21 fast ganz am Ende der Strasse sich befinden. Es ist also die Menge an gelösten Substanzen in dem Grundwasser dieser Gegend ausser durch das Meteorwasser noch durch ein weiteres Moment herabgesetzt und als solches kann ich, da bei allen Brunnen dieser Strasse die geologischen Verhältnisse annähernd gleich sein dürften, nur das Wasser der Mur ansprechen, welches durch die Kiesschichten des Alluvialschotters hindurchtretend, sich dem Grundwasser beigemischt hat.

Dass in den am südlichen Theile der Strasse der Leitungsanlage gegenüber befindlichen Brunnen (Körösistrasse 38, 42, 44)

immer höhere Ziffern des Trockenrückstandes und des Chlorgehaltes gefunden wurden, erkläre ich mir dadurch, dass das in der Richtung gegen diese Häuser hinfliessende Murwasser von den dazwischen liegenden Schöpfstellen der Leitungsanlage im grösseren Umkreis aufgenommen und fortgeführt wird. Ich betrachte desshalb auch die Beschaffenheit des Wassers dieser Hausbrunnen als der thatsächlichsten Zusammensetzung des Grundwassers in der näheren Umgebung der Anlage als am nächsten kommend und sehe in der Constanz der Mengen des Trockenrückstandes und des Chlorgehaltes bei diesen im Gegensatz zu den grossen Schwankungen in der Zusammensetzung des Leitungswassers, namentlich aber bei dem des I. und II. Wiesenbrunnens einen weiteren Beweis für das Eindringen von Murwasser in die Schöpfstellen des Wasserwerkes.

Um zu eruiren, ob auch an anderen Stellen die Verhältnisse zwischen Grund- und Murwasser den oben geschilderten ähnlich sind, untersuchte ich in Parallele mit der Mur drei Brunnen in der Nähe der sogenannten Weinzödlbrücke, welche ungefähr eine Stunde von Graz nach Norden zu gelegen ist. In der nächsten Nähe dieser Brücke ist die Mur künstlich gestaut. Ich entnahm eine Wasserprobe von einem Brunnen oberhalb der Stauung (Einräumerhaus), dessen Entfernung von der Mur ungefähr 200—250 m beträgt, eine zweite Probe bei einem Haus unterhalb der Stauung, das vom Fluss nur 25 m weg gelegen ist (Weinzödl). Der dritte Brunnen (Fischerwirth) befindet sich gleichfalls unterhalb der Stauung und ist von der Mur 35 m entfernt. Erwähnenswerth ist noch, dass gerade in der Gegend des Fischerwirthes das Gebirge am meisten gegen die Mur herantritt.

(Siehe Tab XII auf S. 288.)

Die kleinsten Zahlen hinsichtlich des Trockenrückstandes und des Chlorgehaltes zeigt der dem Fluss zunächst liegende Brunnen (Weinzödl). Die höchsten jedoch nicht jener, welcher von der Mur am weitesten zurück sich befindet (Einräumerhaus), sondern derjenige, an welchen, wie bereits bemerkt, die Berge am nächsten herantreten. Dieser Brunnen erhält in Folge seiner

Tabelle XII.

Stand des Murpegels + 0,35.

26. März 1896	Mur unfiltrirt	Mur filtrirt	Einräumerhaus	Weinzödl	Fischerwirth	
Trockenrückstd.	200	126,4	334,8	260	427,2	mg i.
Chlor	2,94		12,74	6,86	23,52	Liter
O-Verbrauch . .	0,5		2,5	2,7	2,6	mg f. 1 Lit.
N_2O_5	0		0	0	0	
NH_3	Spuren		0	0	0	

Lage die grösste Menge reinen Grundwassers, während die Zusammensetzung der anderen Brunnenwässer theils durch die vorbeifliessende Mur, theils durch die grössere Entfernung vom Fuss der Erhebungen beeinflusst wird.

Aus den Resultaten der angestellten Untersuchungen ziehe ich folgende Schlüsse: Das Terrain, auf welchem die fünf Brunnen der Grazer Wasserleitung liegen, ist ein Gebiet, bei welchem in die tiefer liegenden Kiesschichten der Alluvialschotter Murwasser eintreten kann.

Es geht dies aus der Thatsache hervor, dass 1. in dem Wasser der dem Fluss zunächst liegenden Brunnen (I. und II. Wiesenbrunnen) ausnahmslos geringere Mengen an gelösten Substanzen vorhanden sind, als in jenem der vom Ufer entfernteren Brunnen der Leitungsanlage, 2. dass dieses Verhalten ganz besonders deutlich bei niedrigem Grundwasserstand hervortritt und 3. dass das Wasser der der Anlage gegenüber befindlichen Brunnen in der Körösistrasse stets höhere Werthe hinsichtlich des Trockenrückstandes und des Chlorgehaltes aufweisen, als das Wasser in den Schöpfstellen.

Das Leitungswasser von Graz ist Mischwasser von Grundwasser, welches grösstentheils von den im Nordosten der Thahlsohle aufsteigenden Erhebungen, dem Rosenberg und dem Rainerkogel stammt und von seitlich filtrirtem Murwasser.

Ob in den einzelnen Brunnen mehr das eine oder andere Wasser vorherrscht, hängt, ausser natürlich von der Lage der Schöpfstelle, von der Höhe des Grundwasserstandes und auch von dem Hoch- und Tiefgang der Mur in der Weise ab, dass ein niedriger Grundwasserstand und Hochgang des Flusses, namentlich bei starker Inanspruchnahme der Brunnen, den Uebertritt von Murwasser in die Schöpfstellen begünstigen, während umgekehrte Verhältnisse ein Vorherrschen des Grundwassers zur Folge haben.

Trotz dieser Mischung von Fluss- und Grundwasser ist das Leitungswasser von Graz, sowohl nach seiner physikalisch-chemischen als auch nach seiner bacteriologischen Beschaffenheit, als einwandsfrei und allen Anforderungen der Hygiene entsprechend zu bezeichnen.

Die Erdschicht, welche die Leitungsbrunnen von der Mur trennt, stellt ein völlig dichtes Bacterienfilter vor, welches unter den jetzigen Verhältnissen, wie die bacteriologischen Befunde beweisen, niemals einen Uebertritt von Keimen von Seite des Flusses her gestattet. In dieser Hinsicht zeigt das Wasser in den Schöpfstellen den Typus von Grundwasser, es ist sehr keimarm, mitunter keimfrei; steigt die Anzahl von Bacterien an, so kann diese Ausnahme immer auf abnorme äussere Umstände zurückgeführt werden.

Diese Untersuchung hat auch gezeigt, wie bei der Beantwortung von Fragen der Art, wie es die vorliegende ist, beide Methoden, die chemische und bacteriologische, sich gegenseitig ergänzen müssen. Die chemischen Befunde der verschiedenen Wässer erregten zuerst den Verdacht auf ein stattfindendes Eintreten von Murwasser in die Leitungsbrunnen. Dieser Verdacht wurde endlich durch fortgesetzte und vergleichende Untersuchungen, namentlich unter besonderen Umständen, zur Gewissheit. Diese Thatsache festzustellen wäre die bacteriologische Methode nie im Stande gewesen. Als es sich jedoch weiter darum handelte, zu ermitteln, ob das Leitungswasser in den Schöpfstellen der Anlage durch die Vermischung mit Flusswasser der Gefahr

einer Infection von Seite der Mur ausgesetzt ist, da zeigte sich das Unvermögen der chemischen Untersuchungsmethode, diese wichtige Frage zu lösen. Diese empfindliche Lücke für die Beurtheilung des Wassers auszufüllen, war hingegen die Bacteriologie im Stande. Sie wies mit aller Schärfe nach, dass trotz des Eindringens von Murwasser den Brunnen keine Infectionsgefahr droht, sondern dass auch in dieser Hinsicht das Leitungswasser als völlig einwandsfrei zu betrachten ist.

Ueber den Kohlensäuregehalt der Kleiderluft.

Von

Dr. med. H. Wolpert,

Assistenten am hygienischen Institut in Berlin.

Untersuchungen über die chemische und physikalische Beschaffenheit der Kleiderluft liegen bisher nur einige, nicht umfassende vor. Theoretisch und praktisch in erster Linie von Interesse ist der CO_2-Gehalt der Kleiderluft, in zweiter Linie besonders der H_2O-Gehalt. Vor etwa 15 Jahren, zu einer Zeit als man Messungen daraufhin noch nicht vorgenommen hatte, war man ziemlich allgemein der Ansicht, die Kleiderluft besitze eine hohe relative Feuchtigkeit, und bis vor etwa fünf Jahren hatte Niemand daran gedacht, den CO_2-Gehalt der Kleiderluft zu bestimmen, obwohl damit ein und zwar wohl der einzige Maassstab zur Beurtheilung der Ventilation einer Kleidung gegeben ist.

Während die ersten Messungen über den H_2O-Gehalt der Kleiderluft ein Verdienst von Klas Linroth[1]), der im Petten-

1) Nicht erst, wie meist angegeben, Casimir Wurster (Zeitschrift f. Hygiene, Bd. III, 1886, S. 466—468 »Ueber ein Hygrometer in kleinem Formate zur Untersuchung des künstlichen Klimas des bekleideten Körpers«), sondern bereits fünf Jahre vorher hat Klas Linroth, allerdings in einer Arbeit, deren Titel nicht ohne weiteres jenen Inhalt vermuthen lässt (Zeitschrift f. Biologie, Bd. 17, 1881, S. 184—213 »Einige Versuche über das Verhalten des Wassers in unseren Kleidern«), als die gewöhnliche relative Feuchtigkeit der Kleiderluft nur 30% und weniger nachgewiesen. Vgl. a. a. O., S. 209: »Die relative Feuchtigkeit des Luftlagers dicht am Körper dürfte hiernach beim Aufenthalt in gewöhnlicher Zimmertemperatur ungefähr 30%

kofer'schen Institut arbeitete, bilden, verdanken wir Rubner[1]) die ersten Versuche über den CO_2-Gehalt der Kleiderluft. Weitere Versuche in letzterer Beziehung rühren dann ebenfalls aus dem Rubner'schen Laboratorium, von Schierbeck[2]) her.

Der Einfluss besonderer Momente wie z. B. der Bewegung auf den CO_2-Gehalt der Kleiderluft ist bisher nicht Gegenstand einer experimentellen Erhebung gewesen, wahrscheinlich deshalb nicht, weil hierbei der übliche Pettenkofer'sche, bezw. Rubner und Schierbeck'sche Untersuchungs-Apparat nicht gut Verwendung finden kann. Da die im Jahre 1888 von mir angegebene Methode der CO_2-Bestimmung in einer zwar naheliegenden, aber erst kürzlich von Herrn Professor Rubner mir gebotenen Modification (Aufstecken einer Pravaz'schen Nadel auf die Kolbenstange) für solche Zwecke bequem und zuverlässig anwendbar erschien, so habe ich über den Einfluss der Bewegung, sowie über den Einfluss einiger anderer Factoren auf den CO_2-Gehalt der Kleiderluft an verschiedenen Personen Versuche angestellt.

Im Folgenden soll zunächst einiges über die Methode, an der ich im Laufe der letzten Jahre verschiedene noch nicht publicirte Aenderungen und, wie ich glaube, Vervollkommnungen angebracht habe, gesagt werden.

Die Methode.

Die Kolbenstange des von mir angegebenen Apparates endigte bei diesen Versuchen nach Vorschlag von Herrn Professor Rubner, wie gesagt, in einer Pravaz'schen Nadel. Zu manchen Versuchen benutzte ich anfänglich einen Apparat,

sein. Flanell nimmt beispielsweise dort 42 bis 44‰ Wasser auf, und es entsprechen 36‰ hygroskopisches Wasser bei Flanell 27% Luftfeuchtigkeit, 48‰ dagegen 30% u. s. w. Wolpert's Hygrometer zeigte am Körper, unter den Kleidern angebracht, ungefähr 25% Feuchtigkeit«.

1) Rubner, Ueber einige Eigenschaften unserer Kleidungsstoffe. Arch. f. Hygiene, Bd. 15 (1892), S. 29—60, spec. S. 51—53. Die Versuche datiren von Februar und März 1891.

2) Schierbeck, Eine Methode zur Bestimmung der Ventilation durch eine Kleidung. Archiv f. Hyg., Bd. 16 (1893), S. 203—237, spec. S. 205—215.

dessen Kolbenstange von einer Metallhülse mit Gewinde umschlossen und zum Verschieben des Kolbens mittels Verschraubens eingerichtet war[1]); doch konnte ich mich nicht davon überzeugen, dass die complicirte Einrichtung in der von mir erwarteten Weise einen besonderen Vortheil bot.

Mit Hilfe der Pravaz'schen Nadel konnten leicht Kleidung, Schuhe, Kopfbedeckung u. s. w. bis auf die Haut durchbohrt und Proben der Kleiderluft entnommen werden, womit die CO_2-Bestimmung in der von mir veröffentlichten Weise ausführbar war. Doch habe ich in neuerer Zeit das Verfahren nach mehreren Richtungen hin verfeinert und sämmtliche, im Folgenden mitgetheilten Aenderungen bei den in Rede stehenden Versuchen angewandt.

Früher benutzte ich als Kolben ausschliesslich einen zwischen zwei Metallscheiben eingeschlossenen Gummiring (Fig. 2), und brachte vor einer Luftprobe-Entnahme den Kolben im Cylinder bis auf die Reagenslösung, sodass diese in der hohlen Kolbenstange aufzusteigen begann. Von Letzterem bin ich ganz abgekommen, von Ersterem fast ganz; gegenwärtig verwende ich fast ausschliesslich als Kolben eine biconvexe Gummilinse (Fig. 1). Auf den ersten Blick scheint meine frühere Einrichtung einwandfreier, aber sie hat sich mir nicht ebensogut bewährt.

Fig. 1.

Die Missstände waren früher: Erstens, wenn die Flüssigkeit in der Kolbenstange aufzusteigen begann, befanden sich gewöhnlich dort noch einige Luftblasen im Cylinder über der Flüssigkeit, die zwar bei CO_2-Messungen an Ort und Stelle das Resultat nicht beeinträchtigten, wohl aber dann, wenn man sich mit dem vorgerichteten Apparat nach einem andern Raum begab, um dort erst die Luftprobe zu entnehmen, oder auch, wenn man etwa den CO_2-Gehalt der Kleiderluft feststellen wollte. Zweitens, der Kolbenschluss war bei manchen Apparaten an dieser oder jener Stelle von zweifelhafter Verlässlichkeit, da

1) Luftprüfungsmethode S. 23.

die Glascylinder schwer so absolut cylindrisch, wie für diesen Zweck erforderlich, zu beschaffen sind. Drittens, war der Kolben schwer rein zu halten, da sich zwischen die Metallscheiben und den Gummiring leicht Schmutz festsetzte. Viertens endlich war ein unbrauchbar gewordener Kolben schwer zu ersetzen.

Letztere Missstände sind nunmehr gänzlich beseitigt. Die biconvexen Gummilinsen können über das untere, entsprechend geformte Ende der Kolbenstange mit Leichtigkeit auf- und abgestülpt werden. Was den ersterwähnten Punkt betrifft, so fülle ich jetzt erst Luft in den Cylinder, was durch zweimaliges Auf- und Abführen des Kolbens im Cylinder geschieht, worauf der Kolben aus dem Cylinder herausgezogen wird, gebe dann erst die Reagenslösung mittels Pipette hinzu und führe alsdann den Kolben nicht mehr bis auf die Flüssigkeit hinunter, sondern im allgemeinen, d. h. bei Platzprüfungen, gleich auf das vermuthete Maximum des CO_2-Gehaltes, also in der Regel nicht weiter hinunter als bis 2, allenfalls bis 4 Promille. In Sonderfällen, nämlich bei auswärtigen und Kleiderluftprüfungen, pflege ich nach Einfüllung von gewöhnlich 2 ccm Reagenslösung eine kleine gemessene Menge »Vorluft«, etwa bis zu 5 ccm von bekanntem oder nebenher festzustellendem Gehalt an CO_2, welcher bei der definitiven Berechnung in Abzug kommt, vorläufig zuzugeben. Die convexe Gestaltung des Kolbens erheischt diese Zugabe, aber die rechnerische Correctur bietet keinerlei Schwierigkeit und ist in vielen Fällen nicht einmal erforderlich.

Es ist statthaft, wenn man den Apparat für auswärtige Prüfungen zu Hause am offenen Fenster vorrichtet, ohne weiteres den CO_2-Gehalt der $2^1/_4$ ccm Vorluft (bei einer provisorischen Einstellung auf 5 ccm werden 2 ccm durch die Reagenslösung und $^3/_4$ ccm durch die untere Convexität des Kolbens eingenommen) mit 0,4 Promille in Rechnung zu stellen und unter Umständen sogar ganz zu vernachlässigen. Bei den Kleiderluftprüfungen wird man Letzteres nicht thun. Man hat da ohnehin den CO_2-Gehalt der Umgebung in jedem Fall zu

ermitteln und nimmt also am einfachsten auch die Vorluft aus derselben Umgebung.

Der Kolbenschluss entspricht bei den neuen Apparaten den höchsten Anforderungen; infolge der Linsenform schliessen die Kolben absolut luftdicht, auch in nicht vollkommen cylindrischen Röhren, wie man sich leicht dadurch überzeugen kann, dass man die Kolbenstange mit dem Finger abschliesst und den Glascylinder nach unten zu ziehen versucht; das gelingt nur schwer und bei Nachlassen des Zugs sieht man den Glascylinder von selbst wieder in die Höhe steigen.

Während der Nichtbenutzung stelle ich die Kolben gern ausserhalb des Glascylinders nass bei Seite in eine äusserst schwache, reichlich mit Phenolphtaleïn versetzte Natriumcarbonatlösung. Den Alkaligehalt dieser Lösung (»relativ neutrales Wasser«) pflege ich in der Weise zu normiren, dass ich erst in den Literkolben zu ³/₄ l einer ¹/₅- bis ¹/₁₀promilligen Lösung von Quecksilbercyanid plus Phenolphtaleïn soviel Natriumcarbonat zugebe, bis die Schichtdicke des Literkolbens eine immer deutlichere rothe Färbung, welche schliesslich nach Umgiessen eines Theilvolums in den Cylinder auch in dessen Schichtdicke eben wahrzunehmen ist, erkennen lässt, und dass ich dann soviel destillirtes Wasser in den Literkolben nachfülle, bis die Spur Roth im Theilvolum des Cylinders absolut nicht mehr und nur im Literkolben der röthliche Farbton noch sehr deutlich wahrnehmbar ist.

Die Reagenslösung bereite ich mit Hilfe destillirten Wassers, das ich durch Kochen in einem Metallgefäss oder lieber unter der Luftpumpe entgase, mit 0,0001 bis 0,0002 Theilen Quecksilbercyanid (Hydrargyrum cyanatum) versetze und nach dem oben mitgetheilten Verfahren »relativ neutralisire«. Nicht selten ist das destillirte Wasser, besonders nach längerem offenen Stehen an der Luft, bereits ziemlich CO_2-arm, sodass man mit relativer Neutralisation in der angegebenen Weise ohne Weiteres oder allenfalls nach Durchschütteln des Wassers mit Luft, wodurch dasselbe fast regelmässig CO_2 verliert, auskommen kann.

Statt des krystallisirten Natriumcarbonats verwende ich jetzt wieder lieber die äquivalente Menge des krystallwasserfreien, auch — was wohl zu beachten — von hygroskopischem Wasser ad hoc befreiten Salzes.

Von der Benutzung der sogenannten »Luftprüfungskapseln« bin ich abgekommen. Ich halte mir concentrirtere Lösungen und stelle mir die Versuchslösung unmittelbar vor jeder Versuchsreihe durch Verdünnen her, durch Zusammengiessen aus drei Flaschen, von denen die erste Natriumcarbonatlösung 25 mal so stark als gewöhnlich angewandt, die zweite Phenolphtaleïnlösung (1 procentige officinelle Phenolphtaleïnlösung auf das Zehnfache verdünnt), und die dritte relativ neutrales oder allenfalls auch nur einfach destillirtes Wasser enthält.

Das Recept zu Flasche I lautet:

Rp.
Natr. carbonic. sicc. 0,139
Aq. destill. 25,0
solve.
Solutione facta adde
Spiritus diluti ad c. cub. 75,0.
S. 25-fache Lösung.

Recept zu Flasche II:

Rp.
Solut. Phenolphtal. 7,5
Spirit. dilut. ad c. cub. 75,0.
S. Verdünnte Phenolphtaleïnlösung.

Damit ist die Herstellung der Versuchslösung sehr einfach:

Aus Flasche	I	2 ccm	mit Pipette eingefüllt,
» »	II	10 »	ergänzt,
» »	III	50 »	:

Versuchslösung 50 ccm.

Wenn die Reagenslösung im Cylinder durch die Luftzugabe bereits ziemlich an Farbe eingebüsst hat, aber trotz »tüchtigen

Schüttelns«[1]) durch zwei Minuten noch einen röthlichen Schimmer beibehält, so titrire ich neuerdings mit Vorliebe nicht mehr mit der Kohlensäure der Untersuchungsluft zu Ende, sondern mit irgend einer schwachen Säure in wässeriger oder wässerig-alkoholiger Lösung, also etwa mit gewöhnlichem destillirtem Wasser, eventuell unter Zusatz von Alkohol und unter Umständen auch einem Tropfen von Salzsäure oder von irgend einer anderen Säure (Rp. Acid. hydrochlor. dilut. guttam unam — Spiritus diluti 20,0 — Aq. destill. ad c. cub. 100,0. S. Titrirwasser). Die Vornahme einer CO_2-Messung wird hierdurch bedeutend erleichtert und vereinfacht.

Die Berechnung des CO_2-Gehaltes der Untersuchungsluft ergibt sich wie folgt:

Bezeichnen:

0,n = Kohlensäuregehalt Promille der »Vorluft«, im allgemeinen am offenen Fenster 0,4‰,

R = Reagenslösung Cubikcentimeter, gewöhnlich 2 ccm,

V = Vorluft Cubikcentimeter, etwa 3 ccm,

E = End-Einstellung, z. B. 16 ccm,

L = $E - (R + V)$, Luftvolum Cubikcentimeter der Prüfungsluft;

1) Unter »tüchtigem Schütteln« wie erforderlich, verstehe ich hierbei: So schütteln, dass die Flüssigkeit schäumt.

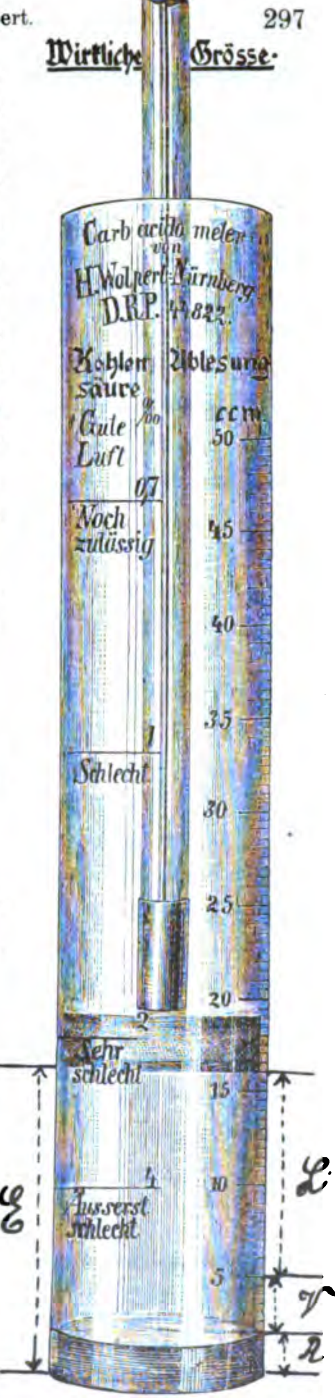


Fig. 2.

so beträgt der gesuchte CO_2-Gehalt der Prüfungsluft in Promille, falls eben vollständige Entfärbuug eintrat,

$$P = \frac{\frac{R}{2}(31{,}3 - 0{,}n\,V)}{L};$$

falls aber die Entfärbung unvollständig war und nicht mit der CO_2 der Luft, sondern mit irgend einer schwachen, auf eine Flüssigkeit vertheilten oder tropfbar flüssigen Säure zu Ende titrirt wurde, wozu g Volumeinheiten erforderlich gewesen sein mögen und zur Neutralisation von R, d. h. gewöhnlich 2 ccm ungeschwächter Lösung, G Volumeinheiten, so ist der gesuchte CO_2-Gehalt in Promille,

$$x = \frac{P}{G}(G-g) = \left[\left\{\left[\frac{R}{2}(31{,}3 - 0{,}n\,V)\right] : L\right\}(G-g)\right] : G.$$

Auf letztere Weise, durch primäre Titrirung mit Luft bis zu beinahe vollständiger Entfärbung, und durch vervollständigende secundäre Titrirung mit sauerer Lösung bis zum gänzlichen Verschwinden der Rothfärbung, sind die im folgenden gegebenen Resultate gewonnen. Wo nicht anderes gesagt, trugen die Versuchspersonen ihre gewöhnliche Kleidung.

Die meisten der nachstehenden Versuchsresultate sind Mittelzahlen aus mehreren gleichzeitigen, stets gut und nicht ganz selten völlig unter einander übereinstimmenden Messungen.

I. Der Einfluss activer Bewegung.

Zunächst war mir von Interesse, den Einfluss der Bewegung, einmal den Einfluss activer Bewegung in unbewegter Luft und dann den Einfluss bewegter Luft während körperlicher Ruhe festzustellen. Die Luftproben wurden bei diesen beiden Versuchsreihen immer an der gleichen Körperstelle (Brust) entnommen.

Versuchsperson Th. F.

Die Kleiderluft wies während der Ruhe, in einem Raum von nur 0,321‰ CO_2 der Zimmerluft (Temperatur 13,4° und relative Feuchtigkeit 53 % der Sättigung) einen CO_2-Gehalt von 0,561‰ CO_2 auf; während Auf- und Abgehens in langsamem Schritt nur 0,495‰; während anstrengender körperlicher Arbeit (15 000 mkg Kurbelarbeit pro Stunde) 0,748‰.

Das bedeutet gegenüber dem CO_2-Gehalt der umgebenden Luft ein Plus des CO_2-Gehaltes der Kleiderluft:

Luft in Umgebung	. . . .	0,321‰	CO_2,
Ruhe,	Kleiderluft	+ 0,240 »	»
Auf- und Abgehen	»	+ 0,174 »	»
Schwere Arbeit	»	+ 0,427 »	»

und der Unterschied gegen den Ruhezustand betrug:

während Auf- und Abgehens	0,066‰	CO_2 weniger	als in Ruhe,
» schwerer Arbeit	0,187 »	» mehr	» » »

Daraus folgt, dass unter Umständen während des Gehens die Ventilation der Kleidung stärker zunimmt als die CO_2-Production der Haut; dass aber während schwerer körperlicher Arbeit dieses Verhältnis gegenüber dem Ruhezustand sich umkehrt.

In der Regel steigt jedoch schon während des Gehens (in unbewegter Luft) der CO_2-Gehalt der Kleiderluft an, wie die folgenden Versuchsreihen zeigen, in denen auch die Geschwindigkeit der Fortbewegung gemessen wurde.

Versuchsperson dieselbe, Th. F.

Lufttemperatur 16,6° C., relative Feuchtigkeit 52%.

a) Unterschied gegen die umgebende Luft:

Luft in Umgebung	. . . .			0,336‰	CO_2,
Ruhe,	Kleiderluft	0,504	oder	+ 0,168 »	»
Gehen 0,29 m Geschw.,	»	0,576	»	+ 0,240 »	»
» 1,01 » »	»	0,624	»	+ 0,288 »	»
» 1,52 » »	»	0,636	»	+ 0,300 »	»
» 2,21 » »	»	0,768	»	+ 0,432 »	»

b) Unterschied gegen den Ruhezustand:

Ruhe,	Kleiderluft	0,504‰ CO_2,	
Gehen 0,29 m Geschw.,	»	0,072‰	mehr als in Ruhe,
» 1,01 » »	»	0,120 »	» » » »
» 1,52 » »	»	0,132 »	» » » »
» 2,21 » »	»	0,264 »	» » » »

Bei einer Geschwindigkeit des Gehens von 1,52 m pro Secunde schwitzte die Versuchsperson bereits am Rücken. Der Schweissausbruch der nächsten, an eine leichtere Bekleidung gewöhnten Versuchsperson fand erst (bei ungefähr gleicher Lufttemperatur) statt, als 2¾ m Geschwindigkeit erreicht wurde. Die

leichtere Bekleidung ergibt sich zu erkennen in einem geringeren Anwachs der Kleider-CO_2.

Versuchsperson H. W.

Lufttemperatur 15,4° C., relative Feuchtigkeit 48%.

a) Unterschied gegen die umgebende Luft:

Luft in Umgebung		0,501‰ CO_2,	
Ruhe,	Kleiderluft	0,691 oder	+ 0,190 » »
Gehen 0,18 m Geschw.,	»	0,667 »	+ 0,166 » »
» 0,73 » »	»	0,713 »	+ 0,212 » »
» 1,56 » »	»	0,736 »	+ 0,235 » »
» 2,23 » »	»	0,782 »	+ 0,281 » »
» 2,79 » »	»	0,786 »	+ 0,285 » »

b) Unterschied gegen den Ruhezustand:

Ruhe,	Kleiderluft	0,691‰ CO_2,	
Gehen 0,18 m Geschw.,	»	0,024‰	weniger als in Ruhe,
» 0,73 » »	»	0,022 »	mehr » » »
» 1,56 » »	»	0,045 »	» » » »
» 2,23 » »	»	0,091 »	» » » »
» 2,79 » »	»	0,095 »	» » » »

Trotz des Schwitzens während des letzten Versuchs tritt kein bedeutender CO_2-Zuwachs auf, da durch die rasche Fortbewegung (2,79 m pro Sec.) eine gute Lüftung der Bekleidung erzielt wird.

Setzen wir uns jedoch nach einem beschleunigten Marsch, während dessen wir in Schweiss gerathen sind, ruhig hin, so steigt der CO_2-Gehalt der Kleiderluft für's Erste weiter an, wie folgende Versuchszahlen zeigen:

Gehen 2,79 m Geschw.,	Kleiderluft	0,786‰ CO_2,
Nach 3—5 Min. Ruhe,	»	0,874 » »
	Weitere Zunahme	0,088‰ CO_2.

Eine andere Versuchsreihe ergab die nachstehenden Zahlen:

Versuchsperson dieselbe, H. W.

Lufttemperatur 14,0° C., relative Feuchtigkeit 55%.

a) Unterschied gegen die umgebende Luft:

Luft in Umgebung		0,391‰ CO_2,	
Ruhe,	Kleiderluft	0,567 oder	+ 0,176 » »
Gehen 0,26 m Geschw.,	»	0,504 »	+ 0,113 » »
» 2,00 » »	»	0,662 »	+ 0,271 » »

b) Unterschied gegen den Ruhezustand:

Ruhe,	Kleiderluft	0,567‰ CO_2,	
Gehen 0,26 m Geschw.,	»	0,063‰	weniger als in Ruhe,
» 2,00 » »	»	0,095 »	mehr » » »

II. Der Einfluss bewegter Luft.

Versuchsperson Th. F.

Lufttemperatur 16,6° C., relative Feuchtigkeit 52%.

a) Unterschied gegen die umgebende Luft:

Luft in Umgebung	. . . .			0,456‰	CO_2,
Ruhe,	Kleiderluft	0,768	oder	+ 0,312 »	»
Wind 0,28 m Geschw.,	»	0,720	»	+ 0,264 »	»
» 0,66 » »	»	0,624	»	+ 0,168 »	»
» 1,31 » »	»	0,560	»	+ 0,104 »	»

b) Unterschied gegen den Ruhezustand:

Ruhe,	Kleiderluft	0,768‰ CO_2,	
Wind 0,28 m Geschw.,	»	0,048‰	weniger als in Ruhe,
» 0,66 » »	»	0,144 »	» » » »
» 1,31 » »	»	0,208 »	» » » »

Versuchsperson H. W.

a) Unterschied gegen die umgebende Luft:

Luft in Umgebung	. . . .			0,459‰	CO_2,
Ruhe,	Kleiderluft	0,758	oder	+ 0,299 »	»
Wind 0,29 m Geschw.,	»	0,682	»	+ 0,223 »	»
» 0,65 » »	»	0,589	»	+ 0,130 »	»
» 0,75 » »	»	0,589	»	+ 0,130 »	»

b) Unterschied gegen den Ruhezustand:

Ruhe,	Kleiderluft	0,758‰ CO_2,	
Wind 0,29 m Geschw.,	»	0,076‰	weniger als in Ruhe,
» 0,65 » »	»	0,169 »	» » » »
» 0,75 » »	»	0,169 »	» » » »

Es findet also im Freien, wo ja niemals vollkommene Windstille herrscht, sowohl beim Spazierengehen als auch beim Sitzen im Freien eine gute Durchlüftung unserer Kleidung statt.

III. Verschiedene Körperstellen.

Versuchsperson Th. F.; Ruhe.

Lufttemperatur 13,4° C., relative Feuchtigkeit 53%.

Luft in Umgebung			0,321‰	CO_2,
Regio poplitea . . .	0,495	oder	+ 0,174 »	»
Rücken	0,512	»	+ 0,191 »	»
Brust	0,561	»	+ 0,240 »	»
Umbilicalgegend . .	0,594	»	+ 0,273 »	»
Kleiderluft, Mittel			+ 0,220‰	CO_2.

Derselbe; Ruhe. Anderer Versuchstag.

Lufttemperatur 16,4° C., relative Feuchtigkeit 53%.

Luft in Umgebung			0,294‰ CO_2,
Arm	0,352	oder	+ 0,058 » »
Regio poplitea	0,468	»	+ 0,174 » »
Rücken	0,500	»	+ 0,206 » »
Brust	0,532	»	+ 0,238 » »
Nabel	0,532	»	+ 0,238 » »
Kleiderluft, Mittel			+ 0,183‰ CO_2.

Versuchsperson A. W.; Ruhe.

Lufttemperatur 22,2° C., relative Feuchtigkeit 54%.

Luft in Umgebung			0,900‰ CO_2,
Regio poplitea	1,064	oder	+ 0,164 » »
Rücken	1,120	»	+ 0,220 » »
Umbilicalgegend	1,120	»	+ 0,220 » »
Brust	1,176	»	+ 0,276 » »
Kleiderluft, Mittel			+ 0,220‰ CO_2.

Versuchsperson G. W.; Ruhe.

Lufttemperatur 18,2° C, relative Feuchtigkeit 46%.

Luft in Umgebung			0,819‰ CO_2,
Regio poplitea	0,882	oder	+ 0,063 » »
Umbilicalgegend	0,945	»	+ 0,126 » »
Brust	1,071	»	+ 0,252 » »
Kleiderluft, Mittel			+ 0,147‰ CO_2.

Versuchsperson H. W.; anstrengende körperliche Arbeit.

Lufttemperatur 20,1° C., relative Feuchtigkeit 50%.

Luft in Umgebung			0,710‰ CO_2,
Regio poplitea	0,992	oder	+ 0,282 » »
Umbilicalgegend	1,054	»	+ 0,344 » »
Brust	1,116	»	+ 0,406 » »
Kleiderluft, Mittel			+ 0,344‰ CO_2.

Versuchsperson Th. F.; anstrengende körperliche Arbeit, 15000 mkg pro Stunde.

Luft in Umgebung			0,321‰ CO_2,
Rücken	0,561	oder	+ 0,240 » »
Brust	0,748	»	+ 0,427 » »
Kleiderluft, Mittel			+ 0,384‰ CO_2.

Nehmen wir das Gesammtmittel aus den Ruhe- und Arbeitsversuchen, so haben wir:

a) Ruhe:

Th. F.,	Kleiderluft	+ 0,220‰	CO_2	im Mittel,
Derselbe,	»	+ 0,183 »	»	am anderen Versuchstag,
A. W.,	»	+ 0,220 »	»	
G. W.,	»	+ 0,147 »	»	
	Gesammtmittel	+ 0,193‰	CO_2.	

b) Arbeit:

H. W.,	Kleiderluft	+ 0,344‰	CO_2	im Mittel,
Th. F.,	»	+ 0,334 »	»	
	Gesammtmittel	+ 0,339‰	CO_2.	

Die Uebereinstimmung der einzelnen Versuchsmittel bei den verschiedenen Versuchspersonen ist eine recht gute und theilweise — sicherlich nicht ohne Mitspielen von Zufälligkeiten — bis auf ein Zehntausendstel eines Procents reichende; sowohl für Th. F. als für A. W. beträgt der Ueberschuss der Kleiderluft an CO_2 über die umgebende Luft durchschnittlich 0,220‰ (bei einem Gesammtmittel für vier Versuchspersonen von + 0,193‰).

An verschiedenen Körperstellen hat bereits Schierbeck[1]), allerdings nur bei einer Versuchsperson und nur für den Zustand der Ruhe, den CO_2-Gehalt der Kleiderluft gemessen. Vergleiche ich nunmehr den Schierbeck'schen Durchschnittswerth mit dem meinigen, so ergibt sich mir die verblüffende Thatsache, dass Schierbeck für seine Versuchsperson, nach anderer Methode arbeitend, bis auf ein Hundertstel Promille oder ein Tausendstel eines Procents dasselbe Gesammtmittel des Kohlensäureüberschusses der Kleiderluft erhalten hat.

Durchschnittswerthe Schierbeck's (Ruhe):

Brust	+ 0,260‰	CO_2,
Rücken	+ 0,120 »	»
Arm	+ 0,110 »	»
Bein	+ 0,270 »	»
Schierbeck's Gesammtmittel	+ 0,190‰	CO_2 (Ruhe).
Mein Gesammtmittel	+ 0,193‰	CO_2 (Ruhe).

1) Schierbeck, a. a. O.

Einigermaassen erklärlich wird mir diese, die gewohnte Genauigkeit exacter Parallelversuche überschreitende Uebereinstimmung daraus, dass seiner Zeit, nachdem die CO_2-Scala provisorisch nach Pettenkofer auf meinen ersten Apparat aufgetragen worden war, durch die maassgebliche chemische Rechnung sozusagen die gleiche Scala festgestellt wurde (vgl. Luftprüfungsmethode, Nürnberg 1889, S. 12 u. 13)[1]) und daraus, dass mein Apparat in der jetzigen Form ein zuverlässiges Arbeiten noch bequemer ermöglicht.

IV. Die Kopfbedeckung.

Versuchsperson Th. F.

Lufttemperatur 13,4° C., relative Feuchtigkeit 53%.

Luft in Umgebung		0,294‰ CO_2,
Weicher Filzhut	0,400 oder	+ 0,106 » »
Luft in Umgebung		0,321 » »
Steifer Filzhut I (Hut mit Ventilationslöchern)	0,495 oder	+ 0,174 » »
Luft in Umgebung		0,343 » »
Steifer Filzhut II	0,540 oder	+ 0,197 » »
Strohhut	0,408 »	+ 0,065 » »
Cylinder	0,552 »	+ 0,209 » »
Pelzmütze	0,576 »	+ 0,233 » »

Andere Versuchspersonen.

A. W., Cylinder	+ 0,350‰ CO_2,
A. W., Helm (preussisches Modell mit 2 Oeffnungen)	+ 0,636 » »
G. W., Militärmütze	+ 0,404 » »
H. W., Helm (bayrisches Modell mit 6 Oeffnungen)	+ 0,518 » »

1) Daran möchte ich Herrn Gillert erinnern, der, nicht Fachmann, wie aus dem Inhalt seiner Veröffentlichung in der Zeitschrift für Hygiene hervorgeht, und im Widerspruch zu sämmtlichen mir bisher bekannt gewordenen Nachprüfungen von fachmännischer Seite, auf Grund einiger weniger Vergleichsversuche nach der Pettenkofer'schen Methode den wissenschaftlichen Werth meiner Methode zu bemängeln sucht. Nach der Pettenkofer'schen Methode gelangt aber nicht nur der Laie, sondern überhaupt der in dergl. Arbeiten noch nicht Geschulte oder nicht in Uebung Gebliebene nicht leicht zu richtigen Resultaten, entschieden schwerer als nach meiner Methode, wie ich häufig zu beobachten Gelegenheit hatte, und ausserdem hatte Gillert noch keinen Apparat mit den oben beschriebenen Verbesserungen, die das genaue Arbeiten nach meiner Methode noch weiter erleichtern, zur Verfügung.

Versuchsperson H. Gr.

Preussischer Helm mit 5 verschliessbaren Ventilationsöffnungen.

Lufttemperatur durchweg 23 bis 24°.

1. Während des Marschierens.

Ventilationsöffnungen des Helms offen.

Luft in Umgebung	0,271‰ CO_2,
Helm	0,564 » »
Helmluft mehr	0,293‰ CO_2.

2. Während der Ruhe

a) Ventilationsöffnungen des Helms offen.

Luft in Umgebung	0,420‰ CO_2,
Helm	1,050 » »
Helmluft mehr	0,630‰ CO_2.

b) Ventilationsöffnungen des Helms geschlossen.

Luft in Umgebung	0,401‰ CO_2,
Helm	1,423 » »
Helmluft mehr	1,022‰ CO_2.

Bei einem Ueberschuss der Kohlensäure der Kleiderluft um mehr als 0,3‰ über den Kohlensäuregehalt der umgebenden Luft entsteht Unbehagen. Ein ebensolcher Ueberschuss an Kohlensäure unter der Kopfbedeckung ist unausstehlich, offenbar wegen zu geringen Luftwechsels. Der Versuchsperson konnte aus diesem Grunde auch nicht zugemuthet werden, bei Verschluss der Ventilationsöffnungen des Helms zu marschiren.

Verschiedene Versuchstage. Erhitzung durch verschieden starke körperliche Arbeit.

Th. F., steifer Filzhut,	+ 0,312‰ CO_2,
an anderem Versuchstag	+ 0,883 » »
» » »	+ 0,789 » »
A. W., steifer Filzhut	+ 0,835 » »
H. W., steifer Filzhut	+ 0,414 » »
an anderem Versuchstag	+ 0,800 » »
» » »	+ 0,800 » »
» » »	+ 0,890 » »

Aus meinen Versuchen über die Kopfbedeckung geht als Bestätigung der Erfahrungsthatsache unter anderem auch hervor, dass es im Sommer rationeller ist, einen Strohhut zu tragen.

V. Die Fussbekleidung.

Versuchsperson Th. F.

Lufttemperatur 13,4° C., relative Feuchtigkeit 58%.

Luft in Umgebung	0,321‰ CO_2,
Zugstiefel	1,173 » »
Zugstiefel mehr	0,852‰ CO_2.

Versuchsperson A. W.

Lufttemperatur 23,0° C., relative Feuchtigkeit 54%.

Luft in Umgebung	0,518‰ CO_2,
Zugstiefel	0,896 » »
Zugstiefel mehr	0,578‰ CO_2.

Versuchsperson G. W.

Lufttemperatur 18,2° C., relative Feuchtigkeit 46%.

Luft in Umgebung	0,819‰ CO_2,
Pantoffel	0,888 » »
Pantoffel mehr	0,069‰ CO_2.

Versuchsperson H. W.

Lufttemperatur 16,1° C., relative Feuchtigkeit 54%.

Luft in Umgebung			0,336‰ CO_2,
Blosser Strumpf	0,402	oder	+ 0,066 » »
Pantoffel	0,438	»	+ 0,102 » »
Schnürschuhe	0,623	»	+ 0,287 » »
Halbschuhe	0,700	»	+ 0,364 » »
Weite Zugstiefel	0,955	»	+ 0,609 » »
Enge Zugstiefel	1,004	»	+ 0,668 » »

Zum Schluss mögen noch einige Messungsergebnisse des Kohlensäuregehaltes der Bettluft mitgetheilt werden.

VI. Die Bettluft.

Durchweg Federbetten.

Versuchsperson A. W.		Versuchsperson M. W.	
Schlafzimmerluft . .	0,807‰ CO_2,	Schlafzimmerluft . .	0,807‰ CO_2,
Bettluft	1,094 » »	Bettluft	1,105 » »
Bettluft mehr . . .	0,287‰ CO_2.	Bettluft mehr . . .	0,298‰ CO_2.

Versuchsperson G. W.		Versuchsperson E. W.	
Schlafzimmerluft . .	0,918‰ CO_2,	Schlafzimmerluft . .	0,918‰ CO_2,
Bettluft mehr . . .	1,118 » »	Bettluft	1,203 » »
Bettluft mehr . . .	0,200‰ CO_2.	Bettluft mehr . . .	0,285‰ CO_2.

Versuchsperson H. W.

Verschiedene Versuchstage.

Schlafzimmerluft	.	1,026‰ CO_2 bei 16,4° u. 53% r. F.
Bettluft	. . . . .	1,330 » »
Bettluft mehr	. . .	0,304‰ CO_2.
Schlafzimmerluft	.	1,080‰ CO_2 bei 16,6° u. 52% r. F.
Bettluft	. . . . .	1,350 » »
Bettluft mehr	. . .	0,270‰ CO_2.
Schlafzimmerluft	.	1,207‰ CO_2 bei 16,0°.
Bettluft	. . . . .	1,447 » »
Bettluft mehr	. . .	0,240‰ CO_2.

Ein in Eiscrême und Käse gefundener giftproducirender Bacillus.

Von

Prof. Dr. **Victor C. Vaughan** u. **George D. Perkins,** stud. med.

Geschichtliches. Im August 1895 erhielten wir ein Glastöpfchen mit einer kleineren Quantität Eiscrême, die eine Anzahl Leute in einem kleinen Dorfe des nördlichen Michigan vergiftet hatte. Im October des gleichen Jahres sandte uns Herr Dr. Morris von Vassar, Michigan, eine kleine Portion Käse, welcher bei einer Anzahl Menschen jenes Ortes eine beunruhigende Krankheit verursacht hatte. Diese Proben verdächtiger Nahrungsmittel untersuchten wir nach der Methode, die wir in solchen Fällen im hygienischen Laboratorium der Universität Michigan zur Anwendung bringen, und die wir an anderer Stelle veröffentlicht haben. Es fand sich, dass der giftproducirende Keim in beiden Nahrungsartikeln derselbe war, eine Thatsache, auf welche sich schon durch die Aehnlichkeit der von den zugezogenen Aerzten der beiden Orte beobachteten und berichteten Symptome ein Schluss ziehen liess.

Symptome. Etliche fünfzig Personen genossen von der Eiscrême, und alle erkrankten mehr oder minder bedenklich. Die Anzahl derer, die von dem Genuss des Käses litten, betrug zwölf, soviel bekannt wurde. Der Tod trat in keinem Falle ein. Die Symptome zeigten sich nach Verlauf von drei bis sechs Stunden nach dem Genusse der betreffenden Speisen. Der erste augenscheinliche Beweis von Krankheit bestand in Uebelkeit,

welcher in allen Fällen Erbrechen folgte. Diarrhöe zeigte sich bei der Mehrzahl der Fälle, aber nicht bei allen. Das Erbrechen war begleitet von scharfen Schmerzen im Unterleib, und es wurde constatirt, dass in einigen Fällen der Schmerz durch starken Druck theilweise gelindert wurde. Die beunruhigendste Erscheinung, welche die zugezogenen Aerzte beobachteten, war Schwäche der Thätigkeit des Herzens. Hände und Füsse wurden kalt, dann wurde der ganze Körper kalt und feucht, und bei manchen liess sich kein Pulsschlag beobachten. Dieser, bei einigen mit schwerer Betäubung verbundene Zustand beunruhigte die herbeigerufenen Aerzte, und hypodermische Einspritzungen von Cognac, Digitalin, Strychnin und Nitroglycerin wurden angewandt, indem jeder Arzt dasjenige Reizmittel wählte, zu welchem er am meisten Vertrauen hatte, oder dasjenige nahm, welches bei der Hand war. Bei einigen soll Pupillenerweiterung stattgefunden haben; doch beschränkt sich der Beweis hierfür auf die Aussage eines einzigen Arztes. In einem Falle überfiel den Patienten ein heftiges Delirium, sodass derselbe laut aufschrie und vom Bett aufzustehen versuchte. Diejenigen, welche sich nur wenig erbrachen und keine Diarrhöe hatten, verfielen in schwere Betäubung, und die höchste Wahrscheinlichkeit spricht dafür, dass dieselben in grösserer Gefahr schwebten als alle andern.

Das früh eintretende gründliche Erbrechen that zweifellos das Meiste, diejenigen zu retten, welche grössere Quantitäten der inficirten Nahrungsartikel zu sich genommen hatten. Wie schon dargelegt ist, machte die deprimirende Wirkung des Giftes auf das Herz so deutlichen Eindruck bei den behandelnden Aerzten, dass alle dieselbe erwähnten, und einer, der andere Fälle von Vergiftung durch Käse gesehen hatte, dachte, das wirkende Agens in diesem Falle müsse ein anderes sein als das, welches die früher von ihm beobachtete Krankheit erzeugt hatte.

Morphologie des Keimes. Der inficirende Organismus in der Eiscrême und dem Käse ist ein Bacillus, der sowohl in aëroben als auch anaëroben Culturen leicht wächst. Die Form des Bacillus ist einigen Veränderungen unterworfen, die von dem für die Cultur verwendeten Nährboden und von den

begleitenden Umständen abhängen. Gewöhnlich bildet er Stäbchen, die zwei bis drei Mal so lang sind als breit. Unter den meisten Bedingungen sind die Stäbchen einzeln, aber zuweilen lässt sich ein der Länge nach fortlaufendes Wachsthum von zwei bis vier Bacillen beobachten. Fäden bilden sich bisweilen, und in anderen Fällen nähert sich die Bildung der Coccusform, ohne dieselbe jedoch jemals zu erreichen. Keime, die nach 24 stündigem Wachsen im Thermostaten einer Agarröhre entnommen wurden, zeigten eine Durchschnittslänge von 1,72 μ und eine Breite von 0,86 μ. Sporenbildung ist nicht beobachtet worden.

Verhalten gegen Farbreagentien. Keime, die nach achttägigem Wachsthum im Thermostaten aus Agarröhren genommen werden, färben sich nicht mit Methylenblau selbst nach Erhitzung, oder wenn man sie bei gewöhnlicher Temperatur fünf Minuten lang in der Farbe lässt; sie färben sich jedoch leicht mit Carbolfuchsin. Präparate, die von dem Zellgewebe und der Flüssigkeit in dem Körper der an den Wirkungen des Keims gestorbenen Thiere hergestellt werden, nehmen leicht alle basischen Anilinfarben an. Nach Grams Methode wird der Bacillus entfärbt. Beim Färben des den Keim enthaltenden Gewebes erzielt man die besten Resultate mit Löffler's Methylenblau und einem Contrast zu Eosin.

Beweglichkeit. Von Röhren entnommen, die im Thermostaten gehalten sind, zeigt der Bacillus sehr deutliche Beweglichkeit, die jedoch in Culturen, welche bei gewöhnlicher Temperatur hergestellt werden, viel weniger bemerklich ist.

Wachsthum in Gelatine. Stichculturen in Gelatine zeigen ein beständiges Wachsthum der Spur der Nadel nach und breiten sich um den Punkt der Einimpfung an der Oberfläche ein wenig aus. Verflüssigung findet nicht statt, und nach 24 Stunden oder später kann man ein oder zwei Gasbläschen entlang der Linie des Wachsthums wahrnehmen. Das oberflächlich Gewachsene ist weiss, während das entlang der Linie Gewachsene, durch die Gelatine betrachtet, gelblich ist. Gelatineröhren, welche geschüttelt werden, beginnen nach 16 bis 20 Stunden trübe zu werden, und später bilden sich zahlreiche kleine

Gasbläschen. Diese Bläschen werden einige Tage lang grösser und verschwinden dann allmählich. Auf Gelatineplatten zeigen die Colonien beträchtliche Variation in der Form; viele sind rund, andere oval und einige ganz unregelmässig im Umriss. Die Oberflächencolonien erscheinen körnig und verbreiten sich um einen dichteren Kern. Blaues Lakmus wird bald roth und trübe; später verschwindet die Farbe gänzlich.

Wachsthum auf Agar. Auf gewöhnlichem Agar in geneigten Röhren breitet sich das Wachsthum über die Oberfläche aus und hat ein weisses, ein wenig glasirtes Aussehen. Stichculturen gedeihen gut dem Stich entlang und breiten sich über die Oberfläche aus. Traubenzuckeragar-Culturen zeigen ein reichliches weisses Wachsthum, das sich über die Oberfläche ausbreitet und in den tieferen Schichten Gas erzeugt. Glycerinagarröhren sind den Traubenzuckeragarröhren ähnlich mit der Ausnahme, dass sich in den ersteren kein Gas entwickelt.

Wachsthum in Bouillon. Bei 37° gezüchtete Bouillonculturen werden nach etwa 12 Stunden trübe, später bilden sich Flocken, und durch diese kann man Gasbläschen aufsteigen sehen. Nach drei bis vier Tagen hört das Wachsthum der Bacterien auf und wird die obenaufschwimmende Flüssigkeit ganz klar. Traubenzuckerbouillonröhren entwickeln grössere Mengen Gas.

Wachsthum in Milch. Milch wird von diesem Bacillus innerhalb 12 bis 14 Stunden zum Gerinnen gebracht, wenn man sie auf 37° hält. Später wird die Gerinnung vollständig, und die Flüssigkeit scheidet sich in Gerinnsel und Molke. Milchculturen entwickeln rasch einen angenehmen Geruch von buttersaurem Aether, und dieser bleibt, solange die Cultur rein bleibt. Die Entwickelung von Säure ist von der Entwickelung von Gas begleitet. Dies dauert fort bis aller Milchzucker aufgebraucht ist, was eine Periode von etwa einem Monat erfordert. Mit Rosolsäure schwach roth gefärbte Milch wird nach 2 bis 3 Tagen im Thermostaten entfärbt. Der Bacillus zersetzt Trauben-, Milch-, Rohr- und Malzzucker, Dextrin, Stärke und Glycogen.

Auf Blutserum. Auf diesem Nährboden bildet unser Bacillus eine dünne weisse oder gelbliche Auflagerung.

Auf Kartoffeln. Unser Bacillus bildet einen gelblichen, dicken, schleimigen, erhabenen Belag und entwickelt einen sauern Geruch. Dieses Wachsthum ist dasselbe, gleichviel ob die Oberfläche der Kartoffel von Natur sauer oder alkalisch ist oder mit Natriumcarbonat schwach alkalisch gemacht wird.

Wachsthum auf anderen Gemüsen und Früchten. Es gedeiht gut auf Rüben, Rothrüben, Süsskartoffeln, Zwiebeln, Pastinaken, Gelbrüben, Bananen und Aepfeln. Das Wachsthum auf Rüben ist reichlich, grau und feucht; auf Rothrüben weiss und glasirt; auf Süsskartoffeln trocken und weiss; auf Zwiebeln weiss und schleimig; auf Pastinaken gelblich mit Entwickelung von viel Gas; auf Gelbrüben ein reichlicher, erhabener, rahmiger Belag von sauerem Geruch; auf Bananen leicht erhaben und schleimig; auf Aepfeln dünn und weiss. Die Culturen dieses Bacillus auf den genannten Früchten und Gemüsen wurden gemacht wegen der wohlbekannten Beobachtung, dass Milch, die in der Nähe verfaulender Früchte und Gemüse gehalten wird, bei denen, die dieselbe trinken, häufig unangenehme Symptome verursacht.

Wachsthum in Uschinskys Flüssigkeit. Ein von Proteïnstoffen freier Nährboden kam zur Verwendung. Die folgende Zusammensetzung, einer von Uschinsky's Vorschriften entsprechend, wurde gewählt:

Glycerin	40	Theile
Kochsalz	1	»
Chlorcalcium	0,1	»
Bittersalz	0,4	»
Phosphorsaures Kali (zweibasisch)	2,5	»
Milchsaures Ammonium	6	»
Asparaginsaures Natrium . . .	3,4	»
Wasser	1000	»

In dieser Flüssigkeit wächst unser Bacillus reichlich, und diese Culturen wurden, wie weiter unten ausgeführt, beim Studium der von dem Bacillus erzeugten chemischen Gifte benützt.

Eine interessante Thatsache wurde in diesem Zusammenhang beobachtet, und wenn wir dieselbe richtig ausgelegt haben, zeigt sie, dass die Gegenwart von Kalium im Nährboden für das Wachsthum dieses Bacillus eine Nothwendigkeit ist. Bei der Verwendung von Natrium statt des entsprechenden Kaliumsalzes wuchsen die Keime nicht, und die Flüssigkeit wurde steril. Dies wurde an 6 Flaschen versucht, und in keiner derselben war eine Spur von Wachsthum. Die einzige Aenderung in der Flüssigkeit war die Substituirung des Natriumsalzes für das Kaliumsalz.

Einwirkung der Temperatur auf das Wachsthum. Dieser Keim findet seine geeigneteste Temperatur um etwa 38°. Jedoch entwickelt er sich gut bei jedem Punkte zwischen 38° und 25°. Unter der letzterwähnten Temperatur ist das Wachsthum langsam, oder es bleibt gänzlich aus. Bouillonculturen hielten wir 29 Tage gefroren, ohne die Lebensfähigkeit des Bacillus zu vernichten. Abwechselndes Gefrieren und Auftauen, das bei denselben ausgeführt wurde, konnte sie gleichfalls nicht töten.

Zwanzig Bouillonröhren wurden mit diesem Keime geimpft und in einem Luftbad von 40—45° gehalten, und nach Verlauf von je einer Stunde wurde eine Röhre entfernt und in den Thermostaten bei 37° gestellt. Alle diese Röhren entwickelten sich und zeigten also, dass ein 20stündiges Aussetzen bei dieser Temperatur den Keim nicht tödtet. Eine Temperatur von 45 bis 50°, die 31 Stunden fortgesetzt wurde, konnte ihn nicht tödten, während die gleiche Temperatur auf 47 Stunden den Tod herbeiführte. Ein anderer Versuch zeigte, dass eine 35stündige Entwickelung der letztgenannten Temperatur den Keim vernichtete.

Eine Bouilloncultur, die 24 Stunden lang im Thermostaten bei 37° gewachsen war, wurde in ein Luftbad gestellt und auf 54° gehalten. Nach Verlauf von je einer Stunde wurde eine Oese dieser Cultur entfernt und eine Gelatinplatte davon hergestellt. Die Zahl der Keime auf jeder Platte wurde nach 24 Stunden gezählt mit folgendem Ergebnis: Einstündige Platte, 207 Colo-

nien; zweistündige, 156; dreistündige, 91; vierstündige, 54; fünfstündige, 25; sechsstündige, 3; siebenstündige, 3; acht-, neun- und zehnstündige, kein Wachsthum.

30 Bouillonröhren wurden geimpft und in einen Dampfsterilisator gestellt. Diese Röhren wurden in Zwischenräumen von einer Minute entfernt und sofort in den Thermostaten bei 37° gebracht. Die einzige Röhre, die überhaupt Entwickelung zeigte, war die, welche nach einer Aussetzung von einer Minute entfernt wurde.

Der durch die Hitze herbeigeführte Todespunkt wurde nach Sternberg's Methode auf 58° festgestellt.

Wirkungen von Sublimat. Zehn Seidenfäden, die mit einer Bouilloncultur des Bacillus gesättigt und dann bei Zimmertemperatur in sterilisirten Schalen getrocknet worden waren, wurden in eine 1:1000 Lösung von Quecksilberchlorid gebracht. Sechs dieser Fäden wurden in Zwischenräumen von je einer Minute entfernt, in Bouillonröhren gestellt und im Thermostaten gehalten. Derjenige, welcher dem Quecksilberchlorid nur eine Minute lang ausgesetzt worden war, zeigte nach 18 Stunden ein gutes Wachsthum; die anderen erst nach 36 Stunden. Von den anderen Fäden wurde einer nach 8, einer nach 10, einer nach 15 und einer nach 20 Minuten entfernt. Die Bouillonröhren, in welche diese gebracht wurden, blieben steril.

Acht Fäden wurden in eine 1:5000 Lösung von Quecksilberchlorid gebracht. Der erste wurde nach 2 Minuten entfernt; der zweite nach 5; der dritte nach 11; der vierte nach 15; der fünfte nach 20; der sechste nach 30; der siebente nach 40; der achte nach 60 Minuten. Alle diese wurden in Bouillonröhren gebracht und bei 37° im Thermostaten gehalten. Die ersten drei zeigten nach 18 Stunden ein gutes Wachsthum; der vierte erst nach vierzig Stunden, während die übrigen überhaupt keine Entwickelung aufwiesen. Ein ähnlicher Versuch wurde mit einer 1:20000 Lösung von Quecksilberchlorid angestellt, aber alle Fäden entwickelten sich in Bouillon.

Wirkung von Carbolsäure. Aehnliche Fäden wie die bei Quecksilberchlorid verwendeten wurden sterilisirt in Berührung

mit fünf-, vier- und dreiprocentigen Lösungen von Carbolsäure: nach 2 Minuten mit einer zweiprocentigen, und nach 10 Minuten mit einer einprocentigen Lösung.

Differencirung von dem Bacillus coli communis. Es wurde anfänglich vermuthet, dass der Bacillus zu der Colongruppe gehöre, und Prüfungen zur Vergleichung derselben wurden vorgenommen. Die wichtigsten bei dieser Vergleichung gewonnenen Ergebnisse lassen sich constatiren wie folgt: 1. Der neue Bacillus gibt keine Indolreaction. 2. Beide bringen Milch zum Gerinnen, aber der neue Keim wirkt rascher als der Colonbacillus. Es mag hier beiläufig erwähnt werden, dass die bei dieser Vergleichung gebrauchten Colonbacillen von zwei Quellen kamen; eine Cultur war vor einigen Jahren vom Laboratorium des hygienischen Instituts in Berlin bezogen worden, während die andere zum Zwecke dieser Vergleichung aus Fäces cultivirt war. 3. Der angenehme buttersaure Aethergeruch der Milchculturen des Eiscrêmebacillus entwickelt sich nicht in Culturen des Colonbacillus auf dem gleichen Nährboden. 4. Der neue Keim wächst reichlich auf Gelbrüben, wo er eine erhabene, rahmige Schicht bildet und einen sauern Geruch gibt; während der Colonbacillus viel weniger kräftig wächst und keinen solchen Geruch erzeugt. Auf Zwiebeln wächst der neue Keim kräftig, indem er eine dicke grauliche Schicht bildet, die auch einen sauern Geruch entwickelt, während auf dem gleichen Nährboden der Colonbacillus verhältnismässig schwach wächst. Auf Bananen, Zwiebeln, Pastinaken und Aepfeln wächst der neue Bacillus viel reichlicher als der Colonbacillus. 5. Mit Rosolsäure gefärbte Milch wird von dem Eiscrêmebacillus viel rascher entfärbt als von dem Bacterium coli.

Pathogenesis. Der Keim ist pathogen für Meerschweinchen, Kaninchen, Katzen, Hunde, Mäuse und Ratten. Seine Virulenz wird gesteigert, wenn er durch Thiere geführt wird. In einer Serie verwendeten wir 51 Meerschweinchen, indem wir jedes Thier mit einer von seinem Vorgänger hergestellten Cultur impften. Bei allen Thieren dieser Serie wurden die Impfungen intra-abdominal vorgenommen. Von der Cultur,

mit welcher wir begannen, war ein Cubikcentimeter einer 24 Stunden alten Bouilloncultur nöthig, um ein 200—300 g schweres Meerschweinchen innerhalb 24 Stunden zu tödten, während von den Culturen, die von den Thieren nahe dem Ende der Serie hergestellt wurden, der fünfzigste Theil eines Cubikcentimeters von gleicher Länge des Wachsthums das gleiche Resultat erzielte. Das Abnehmen in der Virulenz des Keimes bei der Züchtung auf den gewöhnlichen Culturnährboden ist rasch, und die in der oben erwähnten Serie erlangte gesteigerte Virulenz verschwand in der dritten oder vierten Generation bei der Cultur auf Gelatine oder Agar. Milch scheint der geeigneteste Nährboden zu sein. Wir wissen nicht, dass der Keim in Milch sich rascher vervielfältigt als in Bouillon, aber Culturen in der ersteren sind virulenter als solche in der letzteren. Das Aufschwemmen des Keims in sterilisirter Milch, macht, wenn die Impfung vorgenommen wird, dessen Wirkung sicherer. Ein Fünfzigstel eines Cubikcentimeters einer Bouilloncultur unseres Keimes, einem Cubikcentimeter Milch beigefügt und sofort in die Bauchhöhle eines halbwüchsigen Meerschweinchens injicirt, verursachte unabänderlich den Tod binnen 24 Stunden, während eine gleiche Menge derselben Cultur mit Bouillon sofort in Controlthiere injicirt erst nach einer viel längeren Zeit und in einigen Fällen gar nicht den Tod herbeiführte. Der von dem Exsudat in der Bauchhöhle genommene und sofort zur Impfung eines anderen Thieres verwendete Keim ist virulenter, als wenn derselbe vor der Vornahme der Impfung durch einen Culturnährboden geleitet wird. Die Anzahl Keime in einem Cubikcentimeter solchen peritonealen Exsudats wurde in einem Falle bestimmt und auf 34800000 festgesetzt. Ein Hundertstel eines Cubikcentimeters dieser Flüssigkeit in die Bauchhöhle eines 350 g schweren Meerschweinchens injicirt, führte den Tod binnen 20 Stunden herbei, während die Hälfte dieser Quantität keinerlei sichtbare Folgen erzeugte. So zeigt es sich, dass die Zahl der Keime in der virulentesten Cultur, die nothwendig sind, um ein halbwüchsiges Meerschweinchen bei intra-abdominaler Injection zu tödten, zwischen 348000 und der Hälfte dieser Zahl liegt.

Subcutan waren grössere Mengen der Culturen nöthig, um den Tod herbeizuführen.

Versuche mit Meerschweinchen. Einige Auszüge aus unserm Protokollbuche werden die Wirkung auf Meerschweinchen illustriren:

1. August 1895. Meerschweinchen Nr. 1 und 2 wurden intra-abdominal behandelt, mit je 1 ccm einer 24 Stunden alten Bouilloncultur. Die Einspritzung wurde um 6 Uhr nachmittags gemacht. Beide Thiere wurden um 7 Uhr am nächsten Morgen todt vorgefunden. Das subcutane Gewebe enthielt etwas Gas. In den Bauchmuskeln zeigte sich krankhafte Congestion. Das Peritoneum war mit hämorrhagischen Flecken gesprenkelt. Die Höhle war mit einer röthlichen Flüssigkeit gefüllt. Die Leber war mit einem plastischen Exsudat bedeckt. Die Brusthöhle enthielt einige röthliche Exsudate. Das Herz befand sich in Diastole und mit Blut gefüllt. Deckglaspräparate, von dem subcutanen Gewebe, dem Peritoneum, den Exsudaten der beiden Höhlen und dem Blut der Leber, der Milz und des Herzens hergestellt, zeigten die Gegenwart des Keimes in Reincultur.

Interessante Erscheinungen von Phagocytose lassen sich dadurch erzielen, dass man Culturen, die nicht virulent genug sind um zu tödten, in die Bauchhöhle einspritzt und das Thier innerhalb der nächsten zwei Tage tödtet. Das Folgende ist ein Beispiel:

Meerschweinchen Nr. 23, Gewicht 233 g, erhielt 0,5 ccm einer Bouilloncultur um 4 Uhr nachmittags, 21. October 1895. Das Gewicht war nach 24 Stunden auf 214 und nach Verlauf von 48 Stunden auf 198 g gefallen. Das Thier wurde am 23. October um 4 Uhr nachmittags getötet. Die Muskeln um die Stelle der Einspritzung waren bedeutend entzündet. Unter der Haut war eine weinfarbige Flüssigkeit. Keime waren reichlich vorhanden in dieser Flüssigkeit und in von dem subcutanen Gewebe hergestellten Aufstrichpräparaten. Einige dieser Präparate zeigten Phagocyten mit Bacillen gefüllt; die schönsten Beweise phagocytischer Wirkung fanden sich jedoch in Aufstrichpräparaten von dem Peritoneum. In diesen waren die Phagocyten unzählig, und manche davon waren gedrängt voll von Bacillen.

Die Wirkung einer subcutanen Impfung mit einer sehr virulenten Cultur veranschaulicht das Folgende:

Meerschweinchen Nr. 33, 207 g schwer, erhielt subcutan auf dem Rücken einen ganzen Cubikcentimeter der Flüssigkeit von der Peritonealhöhle Nr. 32 am 26. October 1895 um 8,30 vormittags. Um 2 Uhr nachmittags des gleichen Tages war das Gewicht auf 200 g gefallen; um 10 Uhr vormittags am 27. October war es 188, und nach dem Tode um 2 Uhr nachmittags dieses Tages war das Gewicht 185. Während der letzten 24 Lebensstunden hatte das Thier reichliche Diarrhöe. Die Prüfung zeigte deutliche Entzündung

und Infiltration subcutan am ganzen Rumpf, unter der Haut des Bauches, wie auch unter der des Rückens, wo die Einspritzung vorgenommen wurde. Keime fanden sich reichlich sowohl subcutan als auch in der Peritonealhöhle.

Die Menge flüssigen Exsudats in der Peritonealhöhle nach subcutaner wie intra-abdominaler Impfung ist nach unsern Beobachtungen sehr veränderlich.

Meerschweinchen Nr. 46, 230 g schwer, erhielt um 4 Uhr nachmittags am 5. November intra-abdominal 1 ccm einer 6 Tage alten Milchcultur. Es wurde am 6. November um 7 Uhr vormittags todt aufgefunden, und augenscheinlich war der Tod einige Stunden zuvor eingetreten. Die subcutanen Blutgefässe waren stark injicirt, und wir nahmen von der Peritonealhöhle 7 ccm einer weinfarbigen Flüssigkeit.

In einigen Fällen fand sich die Peritonealhöhle frei von Flüssigkeit.

Meerschweinchen sind mit diesem Bacillus nicht anders als subcutan und intra-abdominal geimpft worden.

Versuche mit Katzen. Folgendes sind einige unserer Versuchsergebnisse mit Katzen:

Katze Nr. 2 wurde intra abdominal mit 0,5 ccm der von der Peritonealhöhle des Meerschweinchens Nr. 11 genommenen Flüssigkeit geimpft. Die Einspritzung wurde um 3 Uhr nachmittags am 12. October gemacht. Nach 1½ Stunden stellte sich starker Durchfall ein, der bis zu dem am 13. October um 11,20 vormittags erfolgten Tode anhielt. Die Untersuchung zeigte deutliche Entzündung des Peritoneums. In den Eingeweiden waren keine bedeutenden Veränderungen wahrzunehmen.

Katze Nr. 6 erhielt am 26. October um 4 Uhr nachmittags 1 ccm der Flüssigkeit von der Peritonealhöhle des Meerschweinchens Nr. 31. Das Thier wurde erst am 27. October um 8,30 vormittags wieder gesehen, zu welcher Zeit es im Zusammenbruch vorgefunden wurde mit einer wässerigen Diarrhöe, die augenscheinlich schon einige Stunden zuvor eingetreten war. Der Tod erfolgte 2 Stunden später. Der Zustand des Körpers war der gleiche wie der an Katze Nr. 2 beobachtete.

Katze Nr. 8 erhielt intra-abdominal 2½ ccm der Flüssigkeit von der Peritonealhöhle des Meerschweinchens Nr. 40 am 1. November um 5 Uhr nachmittags. 4 Stunden später fand man das Thier mit äusserst starkem Erbrechen und Durchfall. Am 2. November um 9 Uhr vormittags war dasselbe todt. Entzündung am Impfstich oder im Peritoneum war nicht vorhanden. 4 ccm Flüssigkeit wurden der Peritonealhöhle entnommen. Das Herz war in Diastole und mit Blut gefüllt.

Diese Fälle zeigen, dass bei intra-abdominaler Impfung die Wirkung des Keims auf die Katze rasch und kräftig ist. Alle verwendeten Katzen waren ausgewachsen.

Grosse Mengen Culturen durch den Mund eingegeben waren ohne Wirkung auf Katzen, wie Folgendes veranschaulicht:

Katze Nr. 6 erhielt durch eine Magensonde 25 ccm einer 9 Tage alten Bouilloncultur. Nicht das geringste Zeichen verrieth, dass das Thier irgendwie afficirt wäre. Später wurde dieses Thier intra-abdominal geimpft mit dem schon angegebenen Resultat.

Katze Nr. 4 erhielt in den Magen 50 ccm einer 4 Tage alten Bouilloncultur: Keine Wirkung.

Katze Nr. 5 erhielt in den Magen 50 ccm einer Uschinsky-Cultur: keine Wirkung.

Diese Resultate sind interessant und bestätigen einige Versuche, die einer von uns vor mehreren Jahren bei der Untersuchung gewisser Proben giftigen Käses anstellte. Der kleinste Theil dieses Käses verursachte Erbrechen beim Menschen, aber eine Katze wurde tagelang bei keiner anderen Nahrung als diesem Käse erhalten; sie frass gern davon und wurde dadurch nicht afficirt. Wir bedauern, dass wir keine jungen Kätzchen finden konnten, an denen diese Versuche hätten wiederholt werden können.

Subcutan verursachten selbst 4 ccm der Flüssigkeit von der Peritonealhöhle eines an der Wirkung des Keimes gestorbenen Meerschweinchens nur eine vorübergehende locale Entzündung bei der Katze.

2 ccm und darüber einer Bouilloncultur bei Einspritzung in die Jugularvena verursachte bei Katzen Diarrhöe, Prostration und Tod.

Versuche mit Kaninchen. Folgende Auszüge aus unserem Protokollbuch veranschaulichen die Wirkung dieses Bacillus auf Kaninchen:

Kaninchen Nr. 15 erhielt eine Einspritzung in die Jugularvena von 4 ccm der Flüssigkeit von der Peritonealhöhle des Meerschweinchens Nr. 35. Der Tod erfolgte 5 Stunden später. Die Untersuchung zeigte keine Flüssigkeit in der Peritonealhöhle. Die Nierenkapseln waren wie eine Blase um das Organ aufgebläht. Nieren und Leber waren sehr weich und aufgedunsen. Aufstrichpräparate, die von diesen Organen hergestellt wurden, zeigten Myriaden von Keimen. Das Herz war in Diastole und mit Blut

gefüllt. Der Herzbeutel enthielt etwas Gas. Es ist zu vermerken, dass diese Untersuchung erst einige Stunden nach dem Tode gemacht ward, dass jedoch die Leiche während dieser Zeit im Eiskasten lag.

Obige Darstellung zeigt die Wirkung einer intravenösen Injection einer grossen Menge einer stark virulenten Cultur. Bei kleineren Quantitäten gewöhnlicher Bouillonculturen sind die Resultate nicht so auffallend.

Kaninchen Nr. 81, 82, 83 und 84 erhielten intravenös je 2 ccm einer 24 Stunden alten Bouilloncultur. Nr. 81 und 84 starben etwa 20 Stunden später, während die beiden anderen, obwohl offenbar einige Tage lang sehr krank, sich schliesslich erholten. Bei der Untersuchung der todten Thiere fand sich die Oberfläche der Nieren nach der Entfernung der Nierenkapsel bei allen mit hämorrhagischen Flecken gesprenkelt. Das Herz war in Diastole und mit Blut gefüllt, aber weder der Herzbeutel noch das Nierenbecken enthielt Gas.

Intra-abdominal afficirt eine virulente Cultur des Keimes Kaninchen ebenso rasch und bedenklich wie Katzen. Kaninchen Nr. 3 erhielt 0,2 ccm der Flüssigkeit von der Bauchhöhle des Meerschweinchens Nr. 9. Das Kaninchen wurde 12 Stunden später todt aufgefunden, und augenscheinlich war es schon einige Stunden zuvor verendet. Die subcutanen Blutgefässe waren überfüllt. Das Peritoneum war nur leicht entzündet, und die Höhle enthielt 4 ccm Flüssigkeit.

In verschiedenen Fällen sahen wir Kaninchen nach einer abdominalen Impfung stundenlang scheinbar sterbend daliegen und sich dann doch noch langsam erholen. Verschiedentlich meldete der Diener das Thier, entweder Kaninchen oder Meerschweinchen, in einem gewissen Käfig als tot, und das war es auch anscheinend; genaue Untersuchung jedoch zeigte eine schwache Bewegung des Herzens, und in einigen dieser Fälle erholte sich das Thier langsam, nachdem es 24 Stunden oder noch länger in diesem Zustande verharrt hatte.

Versuche mit Ratten. Weisse Ratten erliegen subcutaner wie auch intra-abdominaler Impfung von 1—2 ccm einer Bouilloncultur. Die Sectionsbefunde sind dieselben wie die bei Meerschweinchen beobachteten.

Versuche mit Mäusen. Weisse Mäuse sind noch nicht gründlich genug untersucht worden, soweit der lebende Keim

in Betracht kommt, aber sie sind höchst nützlich bei der Prüfung der Wirkung des chemischen Giftes. Dass wir die Wirkung des Keimes auf dieses Thier nicht gründlich untersuchten, ist dem Umstande zuzuschreiben, dass im verflossenen Jahre unser Vorrath an weissen Mäusen sehr gering war, und dass wir die wenigen, welche wir hatten, zu anderen Versuchszwecken benützten. Zwei jedoch wurden subcutan mit je einem Tropfen eines Exsudats von einem Kaninchen geimpft und 12 Stunden später todt aufgefunden. Der Sectionsbefund war der gleiche wie der bei Meerschweinchen beobachtete, die auf gleiche Weise und mit den gleichen Culturen geimpft wurden.

Versuche mit Hunden. Folgendes wird die Wirkung dieses Bacillus auf Hunde veranschaulichen und den Unterschied zwischen den Effecten der gesteigerten und der weniger virulenten Culturen zeigen:

Eine Agarcultur wurde hergestellt von einem der letzten der schon erwähnten Reihe von 51 Meerschweinchen. Als diese Cultur 8 Tage alt war, wurde die Oberfläche des Agars mit 2 ccm Bouillon verrieben und in die Bauchhöhle eines 40 Pfund schweren Bernhardinerhundes injicirt. Innerhalb einer halben Stunde begann das Thier sich zu erbrechen, und eine Stunde später trat Durchfall ein. Erbrechen und Durchfall dauerten 24 Stunden in Zwischenräumen von 15 Minuten und darüber fort. Die wogende Bewegung der Bauchmuskeln war häufig und angestrengt. Weitere 24 Stunden verblieb das Thier in einem Zustande des Zusammenbruchs und nahm keine Nahrung an. Hernach erholte sich dasselbe langsam.

Ein zweiter nur 18 Pfund schwerer Hund erhielt eine Agarcultur, die nicht durch eine Thierpassage verstärkt worden war. 25 Minuten später erbrach sich der Hund einmal, weitere Folgen aber zeigten sich nicht.

Die giftigen chemischen Produkte. — Unsere Versuche, das chemische Gift bezw. die Gifte dieses Bacillus zu isoliren, waren erfolglos. Jedoch haben wir einige diesbezügliche Thatsachen festgestellt, und diese mögen der Beachtung werth sein.

Beim Versuche, die aktiven chemischen Bestandtheile von Bacterien-Culturen zu isolieren, sind gewisse Vorsichtsmaassregeln zu beobachten. Gelegenheit zu Irrthümern ist mannigfaltig, und die Schwierigkeiten bei der Ausführung der Arbeit sind oft gross. In dieser Hinsicht sind wir auf einige interessante Erfahrungen gekommen. In erster Linie hofften wir, in unserm neuen Bacillus den Erzeuger von Tyrotoxikon zu finden, und in der Absicht, dies zu bestimmen, machten wir unsere filtrirte Milchcultur alkalisch, schüttelten sie mit Aether zusammen, liessen den Aether spontan verdampfen und injicirten das in Wasser aufgelöste Residuum in Thiere. Die so behandelten Thiere starben sehr rasch; aber eingedenk der Erfahrungen, die einer von uns bei seinem Studium von Tyrotoxikon machte, prüften wir das Residuum von dem Aether allein und fanden dasselbe höchst giftig. Der Rückstand von 50 ccm dieses Aethers subcutan oder intra-abdominal einem Meerschweinchen von 3 bis 400 g injicirt tötete das Thier binnen 10 Minuten. Dieser Aether ist das Erzeugnis eines deutschen Fabrikanten von gutem Rufe. Der Rückstand von 500 ccm von Squibb's Aether erzielte keine Wirkung bei Thieren. Wir fanden eine neulich bezogene Partie von einer andern deutschen Firma ebenfalls frei von schädlichen Bestandtheilen. Mit diesen geprüften Aethern wurden die später zu berichtenden Extractionen gemacht.

Wir haben beobachtet, dass einige der bei unsern Versuchen verwendeten Thiere sehr empfänglich für die Wirkung von Alkohol sind. Besondere Aufmerksamkeit muss diesem Punkte zugewendet werden beim Beibringen von Proteiden, die von Alkohol niedergeschlagen sind. Diese Niederschläge halten Alkohol sehr beharrlich fest, wenn in vacuo getrocknet, und die Menge des so zurückgehaltenen Alkohols kann gross genug sein, um Kaninchen, Ratten und Meerschweinchen auffallend zu afficiren. Diese Proteidniederschläge können auch, wenn anscheinend ganz trocken, genug Aether, den wir zuweilen zum Auswaschen des Alkohols gebrauchten, enthalten, um die Thiere krank zu machen.

Schwefelwasserstoff, wenn angewandt zum Zwecke der Entfernung von Quecksilberplatin oder anderer als Präcipitate bei

Culturen verwendeten Basen, ist mit grosser Schwierigkeit zu vertreiben und ist für Meerschweinchen ein höchst wirksames Gift.

Milchculturen sind wegen ihrer complexen Zusammensetzung für die Isolation von Bacteriengiften als sehr ungeeignet bekannt. Da jedoch die Culturen dieses Bacillus besonders virulent sind, wandten wir dieselben an mit einigen später aufzuführenden Ausnahmen. Zwei Literflaschen, die je einen Liter sterilisirter Milch enthielten, wurden mit dem unmittelbar von der Peritonealhöhle eines Meerschweinchens genommenen Keime geimpft. Diese Flaschen wurden 30 Tage lang im Thermostaten gehalten. Der Inhalt wurde sodann durch Papier filtrirt. Sobald die Poren des Papiers mit Bestandtheilen der Cultur überzogen waren, wurde das Filtrat nicht nur vollkommen klar, sondern auch steril. Auf diese Weise wurde das bei unsern ersten Versuchen angewandte langsame Filtriren durch Porcellan unnöthig. 5 bis 10 ccm dieses Filtrats in die Bauchhöhle ausgewachsener weisser Ratten oder halbwüchsiger Meerschweinchen führte den Tod binnen weniger als einer Stunde herbei. Diese filtrirten Culturen wurden dann in vacuo bei einer Temperatur von nicht über 40° destillirt, bis in der Retorte nicht mehr als 100 ccm zurückblieben. Das Destillat war sauer mit dem angenehmen Geruch der ursprünglichen Cultur, und 10 ccm verursachten keinerlei Symptome bei Ratten. 5 ccm der concentrirten Flüssigkeit in der Retorte tödteten Ratten binnen 5 bis 10 Minuten. Diese concentrirte Flüssigkeit, die stark sauer war, wurde zweimal mit dem doppelten Volumen Aether zusammengeschüttelt. Bei spontaner Verdampfung hinterliess der Aether einen sehr kleinen Rest, der zuweilen einige unvollkommene Krystalle enthielt. Dieses Residuum einer ausgewachsenen Ratte injicirt, tödtete dieselbe binnen 4 Minuten. Der obige Versuch wurde öfters wiederholt, und obgleich die Menge des bei der Verdampfung zurückbleibenden Giftes sich als sehr veränderlich erwies, fehlte sie doch niemals gänzlich. In einigen Fällen bestand das Residuum von dem Aether in einigen Tropfen einer bräunlichen, öligen, halbflüssigen Masse. In anderen Fällen war das Residuum vollständig trocken und zeigte bei der mikroskopischen Untersuchung einen körnigen

mit etlichen unvollkommenen und gebrochenen Prismen vermischten Stoff. Die Entfernung des Giftes von der concentrirten Flüssigkeit ist unvollkommen und unvollständig, was bewiesen wird durch den Umstand, dass, wenn man die Spuren von Aether von der Flüssigkeit vertrieb, indem man dieselbe tagelang in vacuo bei 40° hielt, und dann etwas davon in Thiere injicirte, der Tod ebenso rasch erfolgte als vor der Vornahme der Extraction mit Aether. Wenn diese Methode mit der Uschinskycultur angewendet wurde, war die Menge des bei der Verdampfung des Aethers zurückbleibenden Giftes viel geringer als die von einem gleichen Volumen einer Milchcultur erzielte. Die Thiere starben, aber erst mehrere Stunden nach der Injection. Wir waren nicht im Stande, genug von dem Gift zu gewinnen, um es chemisch identificiren zu können.

Manche andern Isolationsmethoden wurden versucht, jedoch ohne Erfolg. Die Destillation wurde in verschiedenen Fällen in vacuo fortgeführt, bis nur ein syrupartiger Rest blieb. Dieser wurde extrahirt mit absolutem Alkohol, welcher das Gift auflöst; das alkoholische Extract wurde verdampft, und dieses Residuum wieder mit absolutem Alkohol behandelt. Dies wurde bis zu ein Dutzend Mal wiederholt, und die alkoholische Lösung wurde zuletzt mit Platinchlorid niedergeschlagen. Dieser Niederschlag war krystallinisch, wurde aber als ein Natriumsalz befunden.

Bei einem andern Versuche wurde der nach wiederholter Extraction mit Alkohol gewonnene Rückstand in vacuo bei hoher Temperatur destillirt. Bei 130° ging eine klare Flüssigkeit über, aber dieselbe bestand in Glycerin, das nur Spuren des Giftes enthielt, was durch seine Wirkung auf Thiere bewiesen wurde, während das Residuum in der Retorte sich als unwirksam erwies.

Von der concentrirten filtrirten Cultur wird, wenn mit Ammoniak oder einem festen Alkali alkalisch gemacht, das Gift nicht durch Aether aufgenommen. Das ist der chemische Unterschied zwischen diesem Gifte und Tyrotoxicon. Physiologisch unterscheidet sich dieses Gift von Tyrotoxicon durch die auffallendere Wirkung des erstern auf das Herz, worin es Muscarin oder

Neurin mehr gleicht als Tyrotoxicon. In pathogener Hinsicht sind die beiden insofern verschieden, als das Product unseres Bacillus deutliche Congestion der Gewebe um den Impfstich oder im Peritoneum, wenn in die Bauchhöhle gebracht, hervorruft. Ausserdem liess sich die Contraction der Eingeweide, die bei mit Tyrotoxicon vergifteten Thieren so allgemein beobachtet wurde, in unsern Untersuchungen mit diesem neuen Keim und seinem Gift auch nicht ein einziges Mal bemerken, obwohl über 200 Versuchsthiere sorgfältig beobachtet wurden.

Das Gift ist aus sauern oder alkalischen Lösungen mit Chloroform nicht zu entfernen.

Folgender Versuch wurde angestellt, um zu bestimmen, ob unser Bacillus ein Proteïdgift oder ein mit den Proteïden niedergeschlagenes Toxin erzeugt oder nicht. Zu diesem Zwecke wurde eine Uschinskycultur gewählt, da eine solche Cultur keine Proteïde als die von dem Keime erzeugten enthält. Ein Liter einer 40 Tage alten Uschinskycultur wurde durch Porcellan filtrirt, um die Keime zu entfernen. Das klare, stark saure Filtrat wurde Tropfen um Tropfen in das doppelte Volumen absoluten Alkohols fallen gelassen. Ein flockiger, weisser Niederschlag fiel nieder und bildete eine dünne Schicht auf dem Boden des Cylinders. Dieser Niederschlag wurde auf einem Filter gesammelt und zwei Tage lang mit absolutem Alkohol gewaschen. Dann wurde derselbe zwischen Falten von Filtrirpapier getrocknet und in einem Achatmörser zu Pulver verrieben. 20 mg dieses Pulvers wurden in Wasser geschüttelt und in die Bauchhöhle eines Meerschweinchens injicirt. Damals zeigte das Thier keine Wirkung des Giftes, aber es starb zwei Tage nachher. Die Untersuchung zeigte denselben Zustand, der nach dem Tode vor Impfung mit dem Bacillus und nach dem Tode von dem mit Aether extrahirten Gifte beobachtet worden war. Im Peritoneum war bedeutende Congestion, die Bauchhöhle enthielt ein röthliches Exsudat, und das Herz war in Diastole und mit Blut gefüllt. Es kann sein, dass genug von demselben Gift, das mit Aether extrahirt wird, mechanisch mit einem nicht giftigen Proteïd niedergeschlagen und durch die wiederholten

Waschungen mit Alkohol nicht entfernt worden war. Ob dies der Fall ist, oder ob es zwei chemisch verschiedene Gifte sind, sind wir gegenwärtig nicht im Stande festzustellen. Die Uschinskyflüssigkeit, die mit dem doppelten Volumen absoluten Alkohols behandelt worden war, und von welcher die alkoholischen Niederschläge, wie eben angegeben, entfernt worden waren, wurde in vacuo concentrirt, und die concentrirte Flüssigkeit wurde mit dem doppelten Volumen Aether zusammengeschüttelt, und das beim Verdampfen des Aethers zurückbleibende Residuum einem Meerschweinchen injicirt, verursachte den Tod binnen 4 Stunden. Die Section zeigte den schon beschriebenen Zustand als herrührend von dem Keime und den keimfreien Culturen.

Infolge eines Fehlers, bei welchem eine auf etwa das halbe Volumen reducirte keimfreie Milchcultur in eine mit der Aufschrift: Nucleïnsäure versehene Flasche gebracht wurde, wurden 10 Tropfen dieser Flüssigkeit subcutan einem Patienten von etwa 150 Pfund Gewicht injicirt. Innerhalb 30 Minuten begann diese Person über Schwindel zu klagen. Einige Minuten hernach folgte reichliches Erbrechen. Kurz hierauf stellte sich starker Durchfall ein. Erbrechen und Durchfall dauerten in Zwischenräumen von wenigen Minuten 4 oder 5 Stunden lang. Zwei Stunden nach der Einspritzung klagte der Patient über Taubheit und antwortete nur, wenn man die Lippen nahe an sein Ohr brachte und mit lauter Stimme sprach. Kurz darauf trat wildes Delirium ein, während dessen der Patient beständig von dem Bette aufzustehen versuchte. Drei Stunden nach der Einspritzung verfiel der Patient in einen schlafsüchtigen Zustand. Füsse und Hände waren kalt und Pulsschlag nicht wahrnehmbar. Strychnin wurde hypodermisch eingegeben, und der Patient erholte sich langsam, aber vollständig. Zwölf Stunden nach der Einspritzung hatten alle beunruhigenden Symptome aufgehört, aber erst zwei Tage nachher konnte der Patient sich wieder im Zimmer bewegen. Am nächsten Tage wurde die Wirkung dieser Flüssigkeit auf Meerschweinchen sorgfältig und wiederholt geprüft. Die zu diesem Zwecke gewählten Thiere wogen 190 bis 200 g. 10 Tropfen subcutan injicirt hatten keine

sichtbare Wirkung auf sie. 1 ccm verursachte nur unbedeutende temporäre Wirkung. Binnen 5 bis 10 Minuten nach solchen Einspritzungen machten die Thiere mehrmals Anstalten sich zu erbrechen, zeigten aber keine weitern Symptome. 2 ccm verursachten den Tod binnen 4 bis 8 Stunden. Diese Thatsachen veranschaulichen den Unterschied in der Empfänglichkeit für die Wirkung dieses Giftes beim Menschen und bei Meerschweinchen. Offenbar erzeugt unser Bacillus ein höchst wirksames Gift im Menschen.

Bei unsern Untersuchungen des chemischen Giftes liessen wir die keimfreien Culturen in vacuo und bei niedriger Temperatur verdampfen. Daraus darf man nicht schliessen, dass höhere Temperatur das Gift schnell zersetzt. Culturen, die stundenlang in offenen Schalen auf dem Wasserbade erhitzt werden mit dem Inhalt der Schalen bei 80 bis 90°, verlieren nicht ihre Toxicität, und selbst 15 Minuten langes tüchtiges Kochen über der offenen Flamme ist ohne beträchtliche Wirkung. Dies zeigt, dass Milch, die dies Gift enthält, selbst nach dem Sterilisiren durch Hitze nicht gänzlich unschädlich sein mag. Wie wir jedoch bereits gesehen haben, stirbt der Keim bei einer verhältnismässig niedrigen Temperatur, und durch die Sterilisation der Milch wird die weitere Erzeugung des Giftes verhindert.

Ueber eine thermophile Cladothrix.

Von

Dr. **Kędzior.**

(Aus dem hygienischen Institute der Universität Berlin.)

Es gibt eine Reihe von Bacterien, welche sich bei 50 bis 70° C., also bei einer Temperatur entwickeln, wo das Eiweiss vieler Thiere und Pflanzen gerinnt, und auch die vegetativen Formen der meisten Bacterien in kurzer Zeit getödtet werden.

Schon im Jahre 1883 hat P. Miquel im Wasser der Seine einen unbeweglichen Bacillus nachgewiesen, welcher sich bei 70 bis 71° C. cultiviren lässt; genauer jedoch wurden diese interessanten, sogenannten »thermophilen Bacterien« erst im Jahre 1888 von Globig[1]) beschrieben. Später sind Mittheilungen von P. Miquel[2]), Macfadgen und Blaxall[3]), ferner Rabinovitsch[4]) erschienen. Diese Autoren haben festgestellt, dass thermophile Bacterien in der Natur sehr verbreitet sind, und zwar befinden sich dieselben nicht nur in oberflächlichen Bodenschichten (Globig), sondern auch im Cloakenwasser, im See- und Flusswasser, in Excrementen vom Menschen und von verschiedenen Thieren u. s. w. (Rabinovitsch).

---

1) Zeitschrift f. Hygiene, Bd. III, 1888, S. 294 ff.

2) Annal. de micrographie, 1888. Ref. Centr. f. Bacter., Bd. V, 1889, p. 282.

3) Journal of pathol. and bacter., Bd. III, 1894.

4) Zeitschrift f. Hygiene, Bd. XX, 1895, S. 154 ff.

Keinem der obgenannten Autoren ist es jedoch gelungen, nachzuweisen, dass es auch eine gewisse Cladothrixart gibt, welche den thermophilen Bacterien ähnliche Lebenseigenschaften besitzt.

Im Allgemeinen hat die Cladothrix das Interesse vieler Forscher wachgerufen und alle über diesen Pilz bisher erschienenen Mittheilungen besprechen hauptsächlich zwei Fragen:

1. Gehört die Cladothrix zu den sogenannten »pleomorphen Bacterien?«

2. Bildet dieselbe Sporen?

Die erste Frage ist schon fast aufgeklärt und die Zopf'sche[1]) Ansicht, als ob Cladothrix in ihrem Wachsthum, Bacillen, Coccen, Spirillen, Vibrionen, Spirochaeten bilden sollte, wurde von A. de Bary[2]), Winogradski[3]), Büsgen[4]), Rullmann[5]) als unrichtig erwiesen. Die Koch'sche Schule[6]) zählt den Pilz nicht zu den Bacterien, sondern zu den niederen Algen, »weil es sich im Wachsthum dieses Mikroorganismus nicht um Spaltung (Bacterien), sondern um Zweigbildung handelt«. Almquist[7]) stellt die Cladothrix auf die Grenze zwischen Spaltpilzen und Fadenpilzen.

Hingegen ist die zweite Frage noch ganz offen.

Es sprechen zwar einige Autoren von Sporenbildung im Entwickelungsgange der Cladothrix, jedoch sind alle Angaben nicht genug überzeugend.

So ist Winogradski (Beiträge zur Morphol. und Physiol. der Bact. S. 113) in seiner Besprechung über die Morphologie der Cladothrix dichotoma geneigt, die runden Körperchen, welche

---

1) M. Zopf, Zur Morphol. der Spaltpilze, Leipzig 1882.

2) A. de Bary, Vorlesungen über Bacterien.

3) Winogradski, Beiträge zur Morphologie u. Physiol. der Bacterien, Heft I, Leipzig 1888.

4) Berichte der deutsch. botan. Gesellschaft, 1894, S. 147 ff.

5) Rullmann, Chemisch-bacteriol. Untersuchungen von Zwischendeckfüllungen, mit besond. Berücksichtigung von Cladothrix odorifera. München 1895, S. 31 ff.

6) C. Günther, Einführung in das Studium der Bacteriologie, 1895, S. 19, Anm. 1.

7) Zeitschrift f. Hygiene, Bd. VIII, 1890, S. 189 ff.

aus der gemeinsamen Scheide entleert werden können, für eine Art von Dauersporen zu halten.

Kurth[1]) schreibt in seiner Mittheilung über Bacterium Zopfii Folgendes:

»Nach alledem müssen die Coccen des Bacterium Zopfii als ein Ruhezustand bezeichnet werden, der unter ungünstigen Verhältnissen das Leben der Art länger zu erhalten vermag, als der vegetative Zustand, die Kurzstäbchen.«

Almquist[2]) ist in seiner Mittheilung, welche er im Jahre 1890 über drei Arten von Streptothrix, Synonym Cladothrix, veröffentlicht hat, nicht entschlossen, ob er kleine, ovale oder kubische Zellen, welche im hängenden Tropfen von Bouillon leicht zur Keimung gebracht werden können, als Sporen betrachten soll. »Die Fäden sowohl wie kleine Zellen färben sich leicht mit Anilinfarben — wirkliche Doppelfärbung ist nicht gelungen.«

Ruiz Casabó[3]) spricht von Sporenbildung im Wachsthum seiner farbstoffbildenden Cladothrix; dagegen haben Büsgen und Rullmann im Wachsthum der Cladothrix niemals Sporen gesehen und schreibt z. B. Büsgen[4]) in seiner Mittheilung (Culturversuche mit Clad. dichotoma, S. 150) Nachstehendes:

»Die Bildung von endogenen Dauersporen (Endosporen) und von Mikrococcen, wenn man nicht Kurzstäbchen, wie in Fig. 15, als solche bezeichnen will, ist in keiner meiner Culturen aufgetreten.«

Es geht also aus den ausgeführten Proben zur Genüge hervor, dass eine Einigung über die obige zweite Frage, die nach der Sporenbildung bei Cladothrix, bisher nicht erzielt ist.

Alle bis zum heutigen Tage beschriebenen Cladothrixarten entwickeln sich am besten in der Zimmertemperatur, während deren Wachsthum bei 35° C. schwächer vor sich geht.

Eine Cladothrix nun, welche ich hier näher beschreiben will,

---

1) Botan. Zeitung, 1883, S. 413.

2) Zeitschrift f. Hygiene, 1890, S. 189—197.

3) Cronica medico-quirurgica de la Habana, 1894. Ref. Centr. f. Bact., Bd. XVII, 1895, S. 466.

4) Berichte der deutsch. bot. Gesellsch., 1894, S. 147 ff.

unterscheidet sich von allen bis jetzt bekannten Arten hauptsächlich dadurch, dass sie am besten in hohen Temperaturen 45 bis 65° C. wächst, aus welchem Grunde sie als eine neue Art bezeichnet werden kann.

Diese Cladothrix habe ich zufällig bei Gelegenheit meiner Untersuchungen über thermophile Bacterien in mit Cloakenwasser angelegter Bouilloncultur angetroffen. Nach 16 Stunden Aufenthalt bei 60° C. habe ich in der Bouillon schwimmende weisse zarte Flocken bemerkt. Das mikroskopische gefärbte Präparat hat gezeigt, dass die Flocken aus einem Conglomerat von feinsten Fäden bestanden, welche eine bedeutende Länge hatten (über 300 Mikrem.), deren Breite jedoch nicht 3/4 Mikrem. überschritt, und was für die Cladothrix charakteristisch ist und die Cultur als solche erkennen liess, waren ächte Verzweigungen mit welchen die Fäden versehen waren. Diese von einer Membran begrenzten Fäden waren gewöhnlich gerade oder leicht gebogen, manchmal auch spiralförmig gekrümmt. Das Protoplasma erschien meistens gleichmässig gefärbt, es liess jedoch oft im Innern der Scheide stärker gefärbte stäbchenartige, manchmal eine deutliche Gliederung zeigende Stellen erkennen.

Weitere Nachforschungen nach dieser Art haben noch dreimal ein positives Resultat ergeben. Einmal fand ich den Pilz im Cloakenwasser, welches 6 1/4 Stunden dem directen Sonneneinfluss exponirt war, ein anderes Mal im Spreewasser.

Zur Gewinnung dieser Cladothrixart scheint mir das nachfolgende Verfahren am sichersten zum Ziele zu führen. Man mischt circa 5 ccm Cloaken- oder Spreewasser mit ebensoviel Bouillon und lässt die Cultur bei 55° C. wachsen. Nach 16 Stunden gelingt es manchmal in der von thermophilen Bacterien ziemlich getrübten Bouillon makroskopisch wahrnehmbare weisse Flocken zu finden, welche durch Plattenculturen isolirt werden können.

Auf der Agarplatte entwickeln sich in 16 Stunden bei 55° C. zweierlei Colonien von verschiedenartigem Aussehen. Die unter der Oberfläche liegenden Colonien und halbdurchsichtig, besitzen eine fast kugelige Form und sind gewöhnlich in 6 bis 8 Fadenbündel getheilt. Die an der Oberfläche liegenden Colonien

besitzen eine kreideweisse Auflagerung, welche circa 1 mm vom Rande anfängt und das ganze Centrum einnimmt. Die Auflagerung besitzt concentrische Ringe. Fast alle Colonien sind von derselben Grösse und messen, wenn die Platte nicht stark besät ist, nach 16 Stunden ca. 4 mm im Durchmesser. Wenn eine solche Colonie von den benachbarten im Wachsthum nicht gehindert wird, so kann sie in wenigen Tagen an Grösse bedeutend zunehmen. Ich züchtete eine Colonie auf einer Agarplatte, welche nach 2tägigem Wachsthum 1 cm, nach 3 Tagen 2 cm und nach 4 Tagen 3½ cm im Durchmesser betrug.

Das Wachsthum geht nicht nur an der Peripherie, sondern auch nach allen Richtungen radial vor sich, indem der Pilz seine Fäden theils in die Luft als schneeweisse Auflagerung, theils in das unterliegende Agar in Form einer Halbkugel aussendet. Dieses Wachsthum kann man am besten an einem schräg erstarrten Agar im Reagenzglas verfolgen, indem man eine kleine Flocke auf die Oberfläche bringt.

Untersucht man die Colonien mikroskopisch, so sieht man die oben beschriebenen Fäden mit ihren Verzweigungen und kann manchmal bei Untersuchung der oberflächlich gelegenen, schneeweissen Colonien schon an einer 16 Stunden alten Platte ganz neue Erscheinungen antreffen. Man sieht nämlich neben dem bekannten Bilde einige kurze Fäden mit ganz kleinen Zweigen, welche mit ganz deutlichen Endanschwellungen versehen sind. Diese Anschwellungen färben sich mit Methylenblau bei gewöhnlicher Bacterienfärbung gut, einige Zweige besitzen jedoch an ihren Enden kreisrunde Körperchen, welche ungefärbt bleiben. Die Länge dieser Zweige kann minimal sein, so dass das Bild manchmal einen Eindruck macht, als ob ein Körperchen gerade aus der Scheide des Fadens entleert werde, meistens sind sie ½ bis 1½ Mikrem lang. Der Durchmesser der kreisrunden Körperchen ist grösser als der Zweige, indem er ca. 1 Mikrem. beträgt. Diese Körperchen sehen im hängenden Tropfen homogen, ölartig aus, brechen stark das Licht, glänzen stark bei hoher Einstellung des Mikroskoptubus; bei tiefer Einstellung erscheinen sie dunkel und sind von einem zarten Lichthof umgeben.

Zu diesen hier beschriebenen kreisrunden Körperchen kehren wir noch zurück.

Behufs weiterer Beobachtung habe ich den Pilz von der Agarplatte in einigen Culturen in Bouillon bei 55° C., 35° C. und bei Zimmertemperatur gezüchtet.

Zunächst möchte ich beschreiben, wie sich diese Chladothrix in ihrem Temperaturoptimum (55° C.) verhält.

In Bouillon wächst sie sehr rasch und üppig, da eine Colonie, welche auf der Agarplatte ca. 4 mm im Durchmesser betrug, nach 16stündigem Wachsthum die doppelte Grösse erreicht. Man sieht, wie die Fäden, welche in das Agar eindrangen, sich jetzt verlängert haben. Mikroskopische, gefärbte Präparate zeigen schöne, gut gefärbte Fäden mit meistens langen Verzweigungen.

Lässt man eine solche zarte Flocke in Bouillon weiter bei 55° C. wachsen, so gelingt es oft in nächsten Tagen an der Oberfläche kleine schneeweisse Colonien zu finden. Es scheint derart vor sich zu gehen, dass sich einige von Fäden abgegliederte schwärmende Stäbchen, die schon von Zopf im Wachsthum der Cladothrix nachgewiesen, und in Culturen dieser Art mehrmals constatirt worden sind, an die Oberfläche der Flüssigkeit anheften und hier zu schneeweissen Colonien auswachsen. Untersucht man eine solche schneeweisse Colonie im gefärbten Präparate unter dem Mikroskope, so findet man einige kurze Fäden mit kleinen Zweigen, welche an ihren Enden Anschwellungen, respect. runde Körperchen tragen. Die Zahl derselben ist jedoch noch gering, manchmal findet man noch keine. Am nächsten Tage nehmen die Colonien an Grösse bedeutend zu, indem sie fast die ganze Oberfläche der Bouillon als ein festes, ziemlich dickes, kreideweisses, gehirnwindungsartiges Häutchen bedecken, von welchem die Abtrennung eines Stückchens zwecks Anfertigung von mikroskopischen Präparaten schwer zu bewirken ist.

Dieses Stadium dauert nicht lange. Das Häutchen wird in den nächsten Tagen dünner und brüchig, es entstehen in demselben Risse, dasselbe verliert seine schneeweisse Farbe dagegen wird es mehr grünlich und schmutzig.

In gefärbten Präparaten findet man neben gut gefärbten einige schlechter oder gar nicht gefärbte Fäden, dagegen findet man sehr viele isolirte runde Körperchen.

Das Zerfallen des Häutchens geht weiter vor sich und nach einiger Zeit findet man an der Stelle des frühen schönen, schneeweissen Häutchens nur dünne Stückchen, welche sehr brüchig sind und neben zerfallenen, kaum färbbaren Theilchen runde Körperchen enthalten.

Die hier vorläufig geschilderten Entwickelungsstadien dieser Art, besonders die Endstadien gelingt es leicht auch im hängenden Tropfen von Bouillon unter dem Mikroskope bei 55° C. zu verfolgen. Beobachtet man nämlich einen abgegliederten, reichlich mit runden Körperchen beladenen Faden, so sieht man, dass derselbe schon nach 1 bis 2 Stunden Aufenthalt bei 55° C. seine Conturen zu verlieren beginnt, weniger sichtbar wird, bis er endlich ganz verschwindet. Die bis jetzt ruhig an Enden der kurzen Zweige hängenden runden Körperchen fangen an zu schwärmen und entfernen sich eines nach dem andern von ihrer Stelle, bis sie endlich das Gesichtsfeld verlassen. Nebstdem tritt auch die Abgliederung von sehr lebhaft beweglichen Stäbchenschwärmern auf.

Hier möchte ich noch erwähnen, dass man oft auch die Eigenbewegung der Fäden sehen kann.

Auf schräg erstarrtem Agar wächst der Pilz auch sehr üppig. Schon nach 16 Stunden ist die bestrichene Oberfläche von kreideweissen Colonien bedeckt, welche ineinander übergehen. Das Wachsthum greift auch in das Condensationswasser ein, wo ein schneeweisses Häutchen entsteht.

Eine Zugabe von Glycerin oder Traubenzucker zum Agar oder Bouillon scheint ohne Einfluss auf das Wachsthum des Pilzes zu sein.

Das geeignetste Nährmedium, um runde Körperchen hervorzurufen, ist die Oberfläche der Kartoffel. Auf diesem Nährboden bildet der Pilz eine kreideweisse Auflagerung, welche schon nach 16stündigem Wachsthum (bei 55° C.) sehr zahlreiche runde Körperchen besitzt.

Anaërob gezüchtet bildet diese Cladothrix auf der Agarplatte hauptsächlich oberflächliche Colonien, welche fast die ganze Oberfläche der Platte einnehmen. Das Wachsthum scheint noch üppiger zu sein, als beim Zutritt von Sauerstoff; die Art ist also facultativ anaërob.

Die obere Grenze, an welcher noch ein üppiges Wachsthum beobachtet werden kann, ist die Temperatur von 65° C. Bei 70° C. wächst diese Cladothrix nicht mehr.

Bei 45° C. wächst diese Art sehr üppig, aber langsamer als bei 55° C.

Bei 35° C. ist das Wachsthum bedeutend langsamer. Erst nach zwei oder drei Tagen konnte ich ein deutliches Wachsthum constatiren, da sich in jeder Bouilloncultur 4 bis 5 kleine, compacte Flöckchen ausgebildet haben, welche der bei dieser Temperatur gezüchteten Cladothrix dichotoma ähnlich sind.

Auf Agar bildet sich bei 35° C. eine harte, warzenartige, kreisrunde, convexe Erhebung ohne schneeweisse Auflagerung, welche in einer Woche ca. $^1/_2$ cm Durchmesser erreicht. In späteren Tagen bekommt die Kruste eine nabelförmige Einziehung, sieht grünlich aus und wird weicher. Manchmal wächst der Pilz hauptsächlich im darunterliegenden Agar. In mikroskopischen Präparaten findet man anfangs nur schöne Fäden mit Zweigen, welche oft im Innern der Scheide stärker gefärbte, stäbchenartige Stellen zeigen, später treten Involutionserscheinungen auf. Die Fäden blähen sich an einigen Stellen auf, bekommen unregelmässige Formen, welche sich mit Methylenblau besser oder schlechter färben lassen.

Die Bildung von runden Körperchen konnte ich niemals bei 35° C. constatiren.

Bei 30° C. und bei Zimmertemperatur habe ich kein Wachsthum dieses Pilzes beobachtet.

Hier möchte ich erwähnen, dass diese Cladothrix auf allen oben angeführten Nährböden einen starken, aromatischen, dabei an Tischlerleim erinnernden Geruch entwickelt.

Aus dem bisher Gesagten erhellt, dass der ganze Entwickelungsgang dieses Mikroorganismus wie nachstehend charakterisirt werden kann:

Der Pilz kommt in der Natur wahrscheinlich vielfach als ein rundes Körperchen vor. Sobald die äusseren Bedingungen (Temperatur von mindestens 35° C.) für sein Wachsthum günstig werden, beginnt er zu keimen, es entwickeln sich Fäden mit ihren Verzweigungen. In hohen Temperaturen (über 40° C. Optimum 55° C.) strahlen kurze Fäden aus dem Mycelgeflecht in die Luft aus, geben kleine Zweige ab, welche an ihren Enden Anschwellungen bilden. Diese Stellen runden sich ab und schliessen sich mit einer festen, dicken, eigenen Membran gegen das übrige Protoplasma ab. Sobald runde Körperchen vollkommen ausgebildet sind, beginnen die Fäden zu zerfallen und die runden Körperchen werden isolirt.

Wie oben erwähnt, bleiben diese runden Körperchen bei gewöhnlicher Bacterienfärbung ungefärbt, man kann sie jedoch sehr gut z. B. mit Methylenblau färben, indem man auf das getrocknete Präparat zuerst concentrirte Schwefelsäure einige Secunden einwirken lässt und erst dann mit Methylenblau färbt, worauf man intensiv gefärbte runde Körperchen neben ungefärbten Fäden findet.

Man kann diese Körperchen mit Ehrlich'scher oder Ziehl'scher Fuchsinlösung färben, indem man die Farbflüssigkeit mit Präparaten mehrmals bis zur Blasenbildung erwärmt. Lässt man nach Entfärbung eine dünne Gegenfarbe (Methylenblau) einwirken, so kann man Doppelfärbung (runde Körperchen roth, Fäden blau) erhalten — doch halten nicht alle runden Körperchen den ersten Farbstoff fest — und zwar wahrscheinlich solche, die noch nicht vollkommen ausgebildet waren.

Wir sehen also, dass diese runden Körperchen eine eigene Membran besitzen, welche dem Eindringen von Farbstoffen, so lange sie lebensfähig sind, einen grossen Widerstand leistet.

Diese Körperchen zeigen eine sehr grosse Widerstandsfähigkeit gegen die Wärme, sie werden im strömenden Dampfe bei 100° C. erst nach 3½ bis 4 Stunden (sicher erst nach 4½ Stunden) getödtet, während die vegetative Form (Fäden mit Zweigen) schon in einigen Minuten vernichtet wird. Diese Zahlen gelten jedoch nicht für die Körperchen jedweder Provenienz.

Ich habe nämlich solche Körperchen beobachtet, welche nur $2^1/_2$ Stunden, und wiederum solche, die selbst 4 Stunden im strömenden Dampfe bei 100° C. zu ertragen vermochten, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren. Hier muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Auskeimung des Pilzes nach Einwirkung des Dampfes häufig verlangsamt ist z. B. hat der Pilz einmal nach 4stündigem Exponiren erst nach 6 Tagen ausgekeimt. Zu diesen Versuchen erwiesen sich ältere Bouillonculturen am vortheilhaftesten.

Diese runden Körperchen ertragen die Einwirkung 5proc. wässeriger Carbolsäurelösung länger als 10 Tage ohne Schädigung.

Sie sind resistent gegen Austrocknen, da dieselben noch nach fünfwöchentlichem Trocknen zur Auskeimung gebracht werden können. Die Versuche waren hierüber in der Weise angestellt werden, dass kleine Mengen von den Körperchen auf sterilisirten Deckgläschen angetrocknet, nach einiger Zeit in Bouillon überbracht und bei 55° C. gezüchtet wurden.

Diese Körperchen sind auch gegen den Sonneneinfluss resistent. Wie oben erwähnt, habe ich den Pilz im Kloakenwasser angetroffen, welches der directen Besonnung (23. März l. J. die mit einem Vacuumthermometer gemessene Sonnentemperatur = 56° C., die Schattentemperatur = 20° C.) $6^1/_4$ Stunden exponirt wurde. Weitere Versuche haben gezeigt, dass die Körperchen im hängenden Tropfen von Wasser selbst nach 8stündiger Besonnung ihre Lebensfähigkeit nicht verloren.

Nach den eben angeführten hohen Resistenzgraden müssen die runden Körperchen als Dauerform dieser Cladothrix angesprochen werden.

Zur Beobachtung des Hervorwachsens der Fäden aus den runden Körperchen züchtete ich dieselben im hängenden Tropfen von Bouillon unter dem Mikroskope bei 55° C. Nach mehreren Versuchen, welche ich als noch nicht vollendet betrachten muss, ist es mir bis jetzt nur in einem Falle, wo ich überzeugt war, dass nur runde Körperchen im Tropfen vorhanden waren, gelungen, dieselben auf diese Weise zur Auskeimung zu bringen,

es haben sich nämlich nach einem Tage fünf kleine Colonien entwickelt, welche die mit Zweigen versehenen Fäden radiär ausschickten. Nebstdem konnte ich jedoch mehrere runde Körperchen finden, welche nicht ausgekeimt waren.

Alles Gesagte zusammenfassend, charakterisire ich diese neue Cladothrixart folgendermaassen:

1. Die Grenzen, in welchen diese Cladothrix wächst, sind Temperaturen von 35—65° C.; sie wächst am besten bei 55° C. und aus diesem Grunde kann dieselbe »thermophile Cladothrix« genannt werden.

2. Sie bildet Sporen.

3. Diese Sporen sind sehr resistent gegen schädliche Einwirkungen, wie: Hitze, chemische Desinfectionsmittel (5 proc. wässerige Carbolsäurelösung), Austrocknen und Besonnung.

Schliesslich erlaube ich mir den Herrn Prof. Dr. Rubner und Doc. Dr. Bonhoff für ihre Förderung und ihr Interesse an dieser Arbeit meinen wärmsten Dank auszudrücken.

Berlin, 17. Juni 1896.

Ueber den Einfluss der Kohlensäure auf das Wachsthum und die Toxinbildung der Diphtheriebacillen.

Von

N. P. Schierbeck,
Kopenhagen.

Durch die Cultur der Bacterien in vitro haben wir erfahren, dass die allermeisten Gattungen am besten oder sogar ausschliesslich dann gedeihen, wenn wir die Nährflüssigkeit durch Zusatz von Natronhydrat, von kohlensaurem oder zweifachkohlensaurem Natron schwach alkalisch auf Lakmuspapier wirkend machen. Man hat hieraus den Schluss gezogen, dass die schwach alkalische Reaction des Nährbodens der Entwickelung der Bacterien, ganz einzelne Gattungen ausgenommen, am günstigsten sei, und diese Ansicht hat überall allgemeinen Anschluss gefunden.

Der genannte Schluss lässt sich jedoch nicht mit Recht aus der angeführten Erscheinung ziehen, was aus folgender Betrachtung hervorgehen wird. Eine durch Zusatz von Natron, kohlensaurem oder zweifachkohlensaurem Natron auf Lakmuspapier schwach alkalisch wirkende Nährflüssigkeit wird nämlich nur anfänglich wirklich alkalisch sein. Sobald in der Flüssigkeit Keime entstehen, wird die Alkalität schnell verschwinden und einer sauren Reaction weichen, indem die von den Bacterien erzeugte Kohlensäure das vorhandene Natron oder kohlensaure Natron sättigen und in zweifachkohlensaures umbilden wird, wie sie ausserdem auch, von der Nährflüssigkeit absorbirt, zurückgehalten

wird, so dass sie der Kohlensäurespannung der Luft über der Flüssigkeit stehenden entspricht, die in einem Thermostat nicht ganz gering, gewöhnlich wohl wenigstens 1/2 bis 1% ist.

Die Reaction einer in Wachsthum begriffenen, auf erwähnte gewöhnliche Weise dargestellten Nährflüssigkeit muss deswegen nach Verlauf ganz kurzer Zeit sauer werden. Hierzu kommt, dass die Alkalität, wenn sie sehr schwachgradig ist, ziemlich schnell durch die Kohlensäure der Luft allein gesättigt werden kann, oft schon, bevor die Nährflüssigkeit geimpft ist.

Das äusserst üppige Wachsthum der Bacterien in unsern Nährflüssigkeiten beweist daher nicht, dass die schwach alkalische Reaction die günstigste sei. Es ist ebenso wohl möglich, dass das reiche Wachsthum gerade der schwach sauren Reaction zu verdanken wäre, die nach Verlauf ganz kurzer Zeit in einer solchen Flüssigkeit vorhanden sein muss. Ob nun das Erstere oder das Letztere dieser beiden Momente für das Wachsthum das Entscheidende ist, dies ins Reine zu bringen hat nicht nur theoretisches Interesse, sondern auch praktische Bedeutung.

Wenn nämlich die Bacterien, wie angenommen, wirklich am besten bei schwach alkalischer oder bei neutraler Reaction des Nährbodens gedeihen und bei dieser vielleicht die lebhafteste Bildung derjenigen der Stoffwechselproducte, deren Nachweisung uns besonders interessirt, der Toxinen z. B., entfalten, so muss bei der Züchtung die Kohlensäure aus der Flüssigkeit entfernt werden, z. B. durch Durchleiten kohlensäurefreier atmosphärischer Luft, damit wir hierdurch eine reichlichere oder geschwindere Production der gewünschten Toxinen erzielen können.

Ist umgekehrt die schwach saure Reaction die günstigere, so liegt die Möglichkeit vor, dass wir eine reichlichere oder schnellere Toxinbildung erhalten können, wenn wir die Flüssigkeit mit CO_2 bis zur günstigsten Spannung sättigen, es aber nicht dem Zufall überlassen, ob der angemessene Grad von Säure während des Wachsthums hervorgebracht werden möchte.

Ueber diese Verhältnisse Klarheit zu verbreiten, ist der Zweck vorliegender Arbeit. Zu den Untersuchungen diente der Diphtheriebacillus, weil ich ausser der Lebhaftigkeit des Wachs-

thums zugleich die Toxinbildung zu studiren wünschte, was am besten mit diesem Microben zu bewerkstelligen war.

Vor allen Dingen kam es darauf an, zu untersuchen, wie das Wachsthum des Bacteriums sich bei wirklich alkalischer Reaction verhält.

Um eine alkalische Nährflüssigkeit herzustellen, müssen die Culturkolben, wie wir gesehen haben, von dem Augenblick an, da sie aus dem Autoclaven genommen werden, und während der ganzen Versuchszeit im Thermostat ununterbrochen von kohlensäurefreier Luft durchströmt werden. Dies geschah mit zwei der Proben bei untenstehendem Versuche, der nur ein Beispiel mehrerer ähnlichen, mit ganz übereinstimmenden Resultaten angestellten ist. Jede der in der Tabelle genannten Kolben enthielt 100 ccm Fleischbrühe, und in jede wurden 0,06 ccm einer 24stündigen, wohlgeschüttelten Bouilloncultur von Diphtherie gepflanzt. Das Ausmessen geschah mittels einer Pipette. Das Zählen der Bacterien fand auf die Weise statt, dass aus jedem Kolben der Inhalt eines und desselben Platinlöffelchens in 10 ccm Agargelatine zerlassen wurde.

Tabelle I.

		Anzahl der Colonien in der Agar-Gelatine nach	
		1 Tag	2 Tagen
2 Kolben mit gewöhnlicher, schwach alkalischer (s. auf rothes Lackmuspapier eben alkalisch reagirender) Fleischbrühe	1	40	110
	2	34	90
2 Kolben mit derselben Fleischbrühe, bei Durchleiten von kohlensäurefreier atmosphärischer Luft	3	0	0
	4	0	0
2 Kolben mit derselben Fleischbrühe, bei Durchleiten von atmosphärischer, 8% CO_2 enthaltender Luft	5	60	150
	6	80	200

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass eine selbst ganz schwache alkalische Reaction das Wachsthum der Diphtheriebacillen nicht nur nicht förderte, im Gegentheil nach Verlauf einer gewissen Zeit tödtend auf diese wirkt, und dass die während des Wachsthums

erzeugte Kohlensäure die Bacillen vor der zerstörenden Wirkung des Alkalis schützt.

Ferner zeigen die Versuche, dass sich nach Verlauf von 24 und 48 Stunden in den mit 8% CO_2 behandelten Kolben eine bedeutend grössere Anzahl Bacterien finden als in denjenigen Kolben, die auf gewöhnliche Weise hinstanden, obschon alle Kolben die nämliche Aussaat erhielten. Die Zuwachs vom ersten bis zum zweiten Tage ist dagegen bei allen vier Kolben so ziemlich gleich. Die Sättigung der schwach alkalischen Nährflüssigkeiten mit CO_2 vor der Impfung gibt den Bacterien also bessere Bedingungen des Wachsthums als unsre gewöhnliche Züchtung, wahrscheinlich weil sie einen Theil der Bacterien vor der Vernichtung gleich nach dem Impfen beschützt.

Werden die Bacterien in einer etwas starkgradigeren Alkalität, z. B. mit 0,25% kohlensauren Natrons gezüchtet, so unterbleibt das Wachsthum auch in den auf gewöhnliche Weise mit Wattepfropfen stehenden Kolben, und diese werden nach Verlauf einiger Zeit steril befunden. Wird die nämliche Fleischbrühe dagegen von einer (z. B. 8%) kohlensäurehaltigen Luftmischung durchströmt, so erzielt man eine äusserst reiche Cultur.

Die Ursache des günstigen Einflusses, den die CO_2 bei diesen Versuchen auf das Wachsthum ausübte, muss nun entweder in der durch die Kohlensäure hervorgebrachten sauren Reaction der Flüssigkeit liegen, welche Annahme die natürlichste ist, oder auch in einer specifisch fördernden Wirkung dieser Luftart. Ist letzteres der Fall, so liegt kein Grund vor, weshalb die nämliche fördernden Wirkung sich nicht ebenfalls in einer schwach sauren Fleischbrühe zeigen sollte, deren Säuregrad ein solcher ist, dass die Bacterien eben gedeihen können; wirkt dagegen die CO_2 wegen ihrer Eigenschaft als Säure, so wird sie die Cultur in solcher Fleischbrühe durch Vermehrung des Säuregrades hemmen.

Folgende Versuche geben hierüber Aufschluss. (Tabelle II auf S. 343.)

Gross ist der Ausschlag bei diesen Versuchen nicht, was denn auch nicht zu erwarten war, da es fast unmöglich ist, mit fixen Säuren, die alle sehr grosse Affinität besitzen, und für

welche die Diphtheriebacillen bekanntlich so äusserst empfindlich sind, den rechten Säuregrad zu treffen. Es muss indess zugegeben werden, dass die Kohlensäure bei diesem Versuch hemmend auf das Wachsthum gewirkt hat, indem sowohl der Zuwachs vom ersten bis zum zweiten Tage in den Kolben 3 und 4 etwas geringer ist, als namentlich auch die absolute Anzahl der Bacterien in diesen Kolben kleiner ist, trotz gleichgrosser Aussaat.

Tabelle II.

		Anzahl der Colonien in der Agar-Gelatine nach	
		1 Tag	2 Tagen
Schwach sauere Fleischbrühe, bei Durchleiten von kohlensäurefreier Luft	1	40	66
	2	50	72
Die nämliche Fleischbrühe, bei Durchleiten von 8% kohlensäurehaltiger Luft	3	30	40
	4	22	30

Die Wirkung der Kohlensäure ist also ihrer Eigenschaft als Säure zuzuschreiben, und mithin ist eine schwach saure Reaction dem Wachsthum der Diphtheriebacillen sehr günstig.

Es könnte indess möglich sein, dass die absolut neutrale Reaction noch günstiger als die saure wäre. Um dies zu untersuchen, wurden folgende Versuche angestellt. Wegen der Schwierigkeit, um nicht zu sagen der Unmöglichkeit, die gewisse neutrale Reaction einer Flüssigkeit wie die Fleischbrühe, zu erlangen, und zugleich um zu verhüten, dass eine mögliche Bildung fixer Säuren während des Wachsthums die Reaction änderte und somit falsche Schlüsse veranlasste, wurde die Fleischbrühe bei diesen Versuchen auf die in der Tabelle angegebene Weise dargestellt. (Tabelle III S. 343.)

Die Versuche zeigen eine weit geringere Anzahl Bacterien in den von kohlensäurefreier Luft durchströmten Kolben, obgleich die Aussaat in allen Kolben gleich gross war. Der Zuwachs vom ersten bis zum zweiten Tage ist dagegen in diesen Kolben ein wenig grösser als in den andern. Die relativ niedrige Anzahl von Bacterien und der gleiche Zuwachs vom ersten

bis zum zweiten Tage in den kohlensäurefreien Kolben wiederholten sich bei allen auf diese Weise angestellten Versuchen. Aus diesen können wir daher nur folgenden Schluss ziehen: nach gleichgrosser Aussaat kommt bei neutraler Reaction eine (absolut genommen) geringere Anzahl Bacterien zur Entwickelung als bei schwach saurer.

Tabelle III.

		Anzahl der Colonien in der Agar-Gelatine nach	
		1 Tag	2 Tagen
2 Kolben mit ursprünglich schwach alkalisirter Fleischbrühe, die darauf durch verdünnte Salzsäure kaum erkennbar sauer gemacht, mit (2%) kohlensaurem Kalk versetzt und auf gewöhnliche Weise mit Wattepfropfen in den Thermostaten gebracht wurde	1	20	40
	2	15	38
2 Kolben mit der nämlichen Fleischbrühe, mit Durchleiten von kohlensäurefreier atmosphärischer Luft	3	3	10
	4	7	26
2 Kolben mit der nämlichen Fleischbrühe, mit Durchleiten von 8% kohlensäurehaltiger Luft	5	10	42
	6	20	35

Die Ursache des lebhaften Wachsthums in unsern gewöhnlichen, durch kohlensaures Natron schwach alkalisirten Nährflüssigkeiten muss deshalb darin liegen, dass die Diphtheriebacillen im Stande sind, durch Erzeugung von CO_2 die schädliche Wirkung einer schwachen Alkalität zu überwinden. Hierdurch und durch die aus der Luft aufgenommene CO_2 wird nach Verlauf kurzer Zeit eine ganz schwache saure Reaction in einer solchen Flüssigkeit erzeugt, die dem Wachsthum der Bacterien gerade sehr günstig ist. Zugleich ist Alkali zur Verfügung, um möglicherweise gebildete Säure von stärkerer Affinität als CO_2 zu sättigen, wodurch die Reaction sich innerhalb gewisser Grenzen unverändert halten lässt. Bei höherer Alkalescenz unterliegen die Bacterien dagegen deren schädlicher Wirkung, bevor sie im Stande gewesen sind, dieselbe zu neutralisiren. Dasselbe findet bei schwacher Alkalescenz statt, wenn die erzeugte Kohlensäure entfernt wird.

Da zu diesen Versuchen nur eine einzige Gattung der Bacterien, die Diphtheriebacillen, angewandt wurde, gelten streng genommen die gefundenen Ergebnisse natürlich nur für diese. Es leidet doch wohl keinen Zweifel, dass Verhältnisse der hier besprochenen Natur auch für alle diejenigen Bacterien — d. h. die meisten bekannten Gattungen — Gültigkeit besitzen, die, wie die Diphtheriebacillen, am besten in ursprünglich schwach alkalisirten Nährflüssigkeiten gedeihen, wogegen die Grenzen des Alkalescenzgrades, den sie zu überwinden vermögen, sich natürlich als für die verschiedenen Gattungen verschieden erweisen werden, ebenso wie der Säuregrad, der dem Wachsthum am förderlichsten ist.

Wir gehen nun mit den oben nachgewiesenen Verhältnissen vor Augen zur Untersuchung über: welche Bedeutung für die Toxinbildung der Diphtheriebacillen die Kohlensäure hat. Dem Vorhergehenden zufolge lag die Frage nämlich nahe, ob es nicht möglich wäre, durch Behandlung der Fleischbrühe mit kohlensäurehaltiger Luftmischung eine lebhaftere Toxinbildung zu erlangen, d. h. die Culturen schneller als bei den bisher angewandten Züchtungsmethoden völlig toxisch zu machen. Wegen der Neigung der Diphtheriebacillen, während der ersten Zeit ihres Wachsthums in gewöhnlicher Fleischbrühe Säuren zu bilden, und da diejenigen Eigenschaften der Brühe, welche das Auftreten der Säurebildung bedingen, uns vorläufig unbekannt sind, weshalb wir diese Säurebildung nicht mit Sicherheit auszuschliessen vermögen, musste die Fleischbrühe, wie oben, von vornherein mit kohlensaurem Kalk versetzt werden, damit die günstige Reaction bei der Behandlung mit Kohlensäure nicht überschritten würde. Ferner war es gelungen, wie wir sahen, die Bacillen mittels Durchleitung von Kohlensäure zu zwingen, in einer Fleischbrühe zu wachsen, die verhältnismässig grosse Mengen kohlensauren Natrons enthielt, und die sich in dieser Beziehung, wie auch rücksichtlich der Kohlensäurespannung, durchaus das Blut und die Flüssigkeiten der Gewebe verhielt, und es musste deshalb besonderes Interesse darbieten, zugleich die Toxinbildung unter diesen Verhältnissen zu untersuchen.

Untenstehende Tabelle erläutert die in den erwähnten Richtungen angestellten Versuche.

Tabelle IV.

	Nährflüssigkeit	Filtrirt nach Tagen	Gewicht des Meerschweinchens in g	Cubikcentimeter injicirten Filtrats	Das Meerschweinchen starb nach
I.	1. Gewöhnliche Fleischbrühe . .	15	860	0,4	25 T.
			590	0,2	lebt
			770	0,4	—
			600	0,5	—
	2. Dieselbe Fleischbrühe + kohlensaurer Kalk	—	1100	0,4	81 St.
			620	0,2	42 »
	3. Dieselbe Fleischbrühe + kohlensaurer Kalk + CO_2 (8%) . . .	—	730	0,2	68 »
			560	0,2	33 »
	4. Dieselbe Fleischbrühe auf 0,3% kohlensaures Natron alkalisirt + CO_2 (8%)	—	1035	0,4	46 »
			630	0,2	44 »
II. Dieselbe Fleischbrühe wie I, um dieselbe Zeit hingestellt.	1. Gewöhnliche Fleischbrühe . .	24	570	0,2	lebt
	2. Dieselbe Fleischbrühe + kohlensaurer Kala	—	570	—	86 St.
	3. Dieselbe Fleischbrühe + kohlensaurer Kalk + CO_2 (8%) . . .	—	650	—	33 »
	4. Dieselbe Fleischbrühe auf 0,3% kohlensaures Natron alkalisirt + CO_2 (8%)	—	650	—	33 »
III.	1. Gewöhnliche Fleischbrühe . .	10	670	0,2	lebt
			730	0,5	—
	2. Dieselbe Fleischbrühe + kohlensaurer Kalk	—	700	0,5	15 T.
	3. Dieselbe Fleischbrühe + kohlensaurer Kalk + CO_2 (8%) . . .	—	690	0,2	38 St.
			500	0,3	29 »
	4. Dieselbe Fleischbrühe auf 0,3% kohlensaures Natron alkalisirt + CO_2	—	720	0,2	lebt
			510	0,3	—
			625	0,5	96 St.
IV. Dieselbe Fleischbrühe wie III, gleichzeitig mit III hingestellt.	1. Gewöhnliche Fleischbrühe . .	19	610	0,2	lebt
			500	0,5	—
	2. Dieselbe Fleischbrühe + kohlensaurer Kalk	—	610	0,5	72 St.
	3. Dieselbe Fleischbrühe + kohlensaurer Kalk + CO_2 (8%) . . .	—	690	0,2	39 »
	4. Dieselbe Fleischbrühe auf 0,3% kohlensaures Natron alkalisirt + CO_2	—	620	0,2	144 »
			600	0,5	24 »

Fortsetzung zu Tabelle IV.

	Nährflüssigkeit	Filtrirt nach Tagen	Gewicht des Meerschweinchens in g	Cubikcentimeter injicirten Filtrats	Das Meerschweinchen starb nach
V.	1. Gewöhnliche Fleischbrühe . .	13	675	0,3	28 St.
			445	0,1	68 »
			775	0,1	51 »
	2. Dieselbe Fleischbrühe	—	810	—	58 »
	3. Dieselbe Fleischbrühe	—	900	—	168 »
	4. Dieselbe Fleischbrühe alkalisirt + CO_2	13	445	0,1	28 »
	5. Dieselbe alkalisirte Fleischbrühe + CO_2	—	916	—	46 »
	6. Dieselbe alkalisirte Fleischbrühe	—	990	—	80 »
	+ CO_2		810	—	43 »

Alle gestorbenen Meerschweinchen zeigten bei der Section dieselben Verhältnisse: serös-hämorrhagische Infiltration um die Injectionsstellen herum, starke Röthung und Entzündung der Nebennieren, fleckförmige hämorrhagisch pneumonische Infiltration der Lungen und reichliche seröse Flüssigkeit in der Pleura.

Vergleichen wir nun unter Berücksichtigung der Grösse der Meerschweinchen und der angewandten Dosen die Zeiträume, während welcher die Thiere die Toxininjection überlebten, so zeigen die Versuche, dass in den mit kohlensaurem Kalk versetzten und von kohlensaurer Luftmischung durchströmten Kolben, wie auch in den stark alkalisirten und mit CO_2 behandelten Kolben die Toxinbildung zweifelsohne schneller vorging als in den Controlkolben, in welchen die Bildung des Toxins entweder auf die gewöhnlich angewandte oder auf die von van Turenhout[1]) empfohlene, nach Zusatz von kohlensaurem Kalk geschah.

Es scheint also nach diesen Versuchen, dass wir durch die Behandlung mit Kohlensäure eine schnellere Methode für die Darstellung des Diphtherietoxins als die bisher bekannte gewonnen haben, obschon es zugegeben werden muss, dass die Anzahl der angestellten Versuche zu gering ist, um dies mit absoluter Ge-

1) Van Turenhout, Over de bereiding van diphtherigif. Utrecht 1895.

wissheit aussprechen zu können. Die verschiedene Empfänglichkeit der Versuchsthiere für das Toxin und der Umstand, dass uns vorläufig unbekannte Verhältnisse stattzufinden scheinen, die sogar in verschiedenen Kolben mit derselben Fleischbrühe in verschiedenem Maasse auf die Toxinbildung Einfluss haben können, machen nämlich eine sehr grosse Anzahl von Versuchen und Versuchsthieren zur Nothwendigkeit, um den Einfluss eines bestimmten Factors auf die Toxinbildung mit absoluter Gewissheit feststellen zu können. Wegen der Schwierigkeit, die nothwendigen Versuchsthiere zu beschaffen, sah ich mich vor der Hand indes nicht im Stande, eine grössere Anzahl Versuche auszuführen. Die Ergebnisse der angestellten Versuche im Verein mit dem sicheren Nachweis der Bedeutung der Kohlensäure für die in der Nährflüssigkeit zur Entwickelung gelangende absolute Anzahl der Bacterien und ihrer gegen Alkalien schützenden Wirkung scheinen mir jedoch die Berechtigung zu enthalten, die Aufmerksamkeit auf diese Methode und diese bis jetzt unbeachteten Verhältnisse der Toxincultur zu lenken. Die Methode gestattet es, zur Züchtung eine Nährflüssigkeit anzuwenden, welche Alkali (entweder Natron oder Kalk) als Salz von so schwacher Säure enthält, dass die meisten der während des Wachsthums der Bacterien gebildeten fixen Säuren werden gesättigt und somit unschädlich gemacht werden können, während sie zugleich eine freie schwache Säure enthält, die dem Wachsthum eher förderlich als hinderlich zu wirken scheint, und die zur Sättigung möglicherweise gebildeter Basen in Ueberschuss vorhanden ist.

Ganz besonders wird sich meiner Meinung nach diese Methode als für Toxinzüchtung mit solchen Bacteriengattungen wie dem Typhus- und dem Cholerabacillen geeignet erweisen, da diese für Säuren nicht so empfindlich sind wie der Diphtheriebacillus, sondern vielmehr am Besten in schwach sauren Flüssigkeiten zu wachsen scheinen. Hier wird es nämlich gelingen können, wenn man die Nährflüssigkeit mit Kohlensäure von höherer Spannung als der von selbst während des Wachsthums entstehenden sättigt, Bacterien bei einem hohen Säuregrad zu züchten, während

zugleich Alkali verfügbar ist, um ein Ueberschreiten des Säuregrades zu verhüten.

Die Versuche erklären ferner die sich widersprechenden Ergebnisse, die bislang eintraten, wenn man zur Beschleunigung der Toxinbildung Durchleitung der Luft anwandte. Ursprünglich wurde diese Methode ja von Roux empfohlen, später hat man sie aber wegen der Unsicherheit der erreichten Ergebnisse wieder verlassen. Die Ursache hiervon ist ganz gewiss in dem verschiedenen Kohlensäuregehalte der durchgeleiteten Luft zu suchen. War diese bedeutend, z. B. weil die Luft dem Laboratorium selbst oder der Umgegend brennender Gasflammen entnommen wurde, so musste Durchleitung der Luft die Toxinbildung und das Wachsthum begünstigend wirken; hemmend dagegen, wenn man die kohlensäurearme freie atmosphärische Luft zur Durchleitung benutzte.

Endlich zeigen die Versuche, dass die Reactionsverhältnisse des Organismus der Bildung schädlicher Stoffwechselproducte durch Bacterien ganz besonders günstig sind, und dass der Einfluss, den man hinsichtlich der Empfänglichkeit der Versuchsthiere und der Fähigkeit derselben, die Krankheit zu überwinden, den Schwankungen der Alkalität oder der Kohlensäurespannung beizumessen geneigt war, sich nicht als directe Wirkung dieser Factoren auf den Stoffwechsel der Bacterien auffassen lässt, wie man bisher hat glauben wollen.

Ich bitte den Carlsbergerfond, meinen besten Dank für die mir behufs obenstehender Untersuchung zur Verfügung gestellten Geldmittel entgegenzunehmen.

Ueber die Seifen als Desinfectionsmittel.

Von

Dr. Richard Reithoffer.

(Aus dem hygienischen Universitäts-Institute in Wien.)

R. Koch[1]) hat als Erster exacte Belege dafür beigebracht, dass dem uralten Reinigungsmittel Kaliseife eine bedeutende antiseptische, entwicklungshemmende Wirkung zukomme. Er fand, dass bei der von ihm gewählten Versuchsanordnung Kaliseife bereits in der Verdünnung 1 : 5000 das Wachsthum der Milzbrandbacillen merklich beeinträchtigte, in der Verdünnung 1 : 1000 dasselbe vollständig verhindere. Die Kaliseife erwies sich damit 8 mal wirksamer als Kali für sich bei gleicher Versuchsanordnung.

Auf Grund dieser Beobachtungen wurde nun vielfach die Kaliseife als Desinfectionsmittel zur allgemeinen Anwendung empfohlen.[2])

Gegen diese Empfehlung erhob Max Kuisl[3]) Einsprache. Er bestätigte zwar, dass Kaliseife bereits in der Concentration 1 : 1000 das Wachsthum der Milzbrandbacillen hemme. Dagegen gab er an, dass die Schmierseife gegenüber anderer Bacterienarten ganz unwirksam sei. So wachse der Typhusbacillus noch in

---

1) Mittheil. des kaiserl. Gesundheitsamtes, I. Bd., S. 271.

2) z. B. von Wernich, Anleitung zum Desinfectionsverfahren. Reichsmedicinalkalender 1887.

3) Beiträge zur Kenntnis der Bacterien im normalen Darmtractus. Inaugural-Dissertation, München, Finsterlin, 1885.

einem Nährboden mit 2% Schmierseife. Der Choleravibrio werde geradezu durch Kaliseife begünstigt. Wurde Fleischwasserpeptonlösung mit 1 bis 5% Kaliseife versetzt, dann mit dem Choleravibrio inficirt, so trat angeblich bei Brutofentemperatur binnen 2 Tagen bei jedem Percentsatz reichliches Wachsthum der Vibrionen mit Decken- und Randbildung ein. Selbst in der Concentration von 10% war die Kaliseife nicht im Stande, die Fäulnis des Fleisches zu verhindern. Nach diesen Versuchsergebnissen Kuisl's müsste somit die Kaliseife aus der Reihe der Desinfectionsmittel gestrichen werden.

Zu günstigeren, aber auch nicht zur praktischen Verwendung der Seife als Desinfectionsmittel einladenden Ergebnissen gelangte Di Mattei.[1]) Ich kenne seine Arbeit nur aus dem Referate in Baumgarten's Jahresbericht.[2]) Di Mattei vermischte die Culturen der verschiedenen Microbien mit der Seifenlösung und übertrug dann von Zeit zu Zeit 1 bis 2 ccm des Gemisches in die gewöhnlichen Nährböden und sah zu, ob hier noch Wachsthum der ausgesäten Keime erfolgte oder nicht. Ueber die Concentrationen, in welchen die Seife angewendet wurde, enthält das Referat keine Angabe. Als Ergebnis wird mitgetheilt, dass der Choleravibrio (je nach der in Anwendung gebrachten Individuenzahl) binnen wenigen Minuten bis 27 Stunden abgetödtet wurde, während Typhusbacillen bis zu 4 Tagen, der gelbe Eitercoccus bis zu 8 Tagen lebend blieben. Der Milzbrandbacillus soll durch Seife in seiner Virulenz abzuschwächen, dieser Erfolg aber unsicher sein.

Im Jahre 1890 machte Behring[3]) kurze Mittheilung von umfassenden Versuchen mit 40 verschiedenen Seifensorten, darunter Apothekerseifen, neutralen, überfetten und alkalischen Seifen. Als Resultat wird angegeben, »dass der desinficirende Werth der Seifenlösungen nur von ihrem Alkaligehalte abhänge.« Er könne aber recht beträchtlich sein. So habe eine feste Waschseife in der Concentration 1 : 70 Theilen Bouillon (1,43%) Milz-

1) Bollet. delle R. Acad. med. di Roma, XV, 1888/89.
2) Baumgarten's Jahresbericht, 5. Bd., S. 328.
3) Zeitschrift für Hygiene. IX, S. 414.

brandbacillen in Bouilloncultur binnen 2 Stunden getödtet. Eine von Behring in Aussicht gestellte ausführliche Mittheilung von Lingelsheim ist meines Wissens nicht erschienen.

Ueberraschend kräftige Wirkung der Seifen auf den Choleravibrio ermittelte im Jahre 1893 A. H. Nijland[1]) in Forster's Laboratorium gelegentlich seiner Versuche über Desinfection von Badewasser. Nijland arbeitete mit einer grünen Schmierseife mit 42,7% Wassergehalt, einem Sapo medicatus mit 7,3% und einer festen Waschseife von 14,5% Wassergehalt. Die Aufschwemmung der Vibrionen in Wasser wurde mit den Lösungen der Seifen in bestimmtem Verhältnisse gemischt und von Zeit zu Zeit je 70 mg des Gemisches zur Herstellung von Gelatineplattenculturen verwendet oder auch in Bouillon ausgesäet. Es stellte sich heraus, dass die grüne Seife in der Concentration von 2,4‰ die Choleravibrionen binnen 10 Minuten vollständig abtödtete. Bei Zusatz von 2,4 ‰ Sapo medicatus wurden bereits binnen 1 Minute von mehr als 2000 Cholerakeime alle bis auf zwei abgetödtet. Binnen 15 Minuten war Sterilisation erreicht. 2,4‰ Natronseife sterilisirte die Aufschwemmung binnen 15 Minuten nicht vollständig, dagegen wurde vollständige Abtödtung aller Cholerakeime durch 3‰ derselben Seife bereits binnen 1 Minute erreicht.

Ausserordentlich günstige Erfolge erzielte im selben Jahre Max Jolles.[2]) Jolles liess Choleravibrionen in je 20 ccm (10 proc.) Fleischwasserbouillon bei 25° C. durch 5 Tage wachsen und goss dann die Cultur zu je 100 ccm sterilisirter Seifenlösung von bestimmter Concentration. Nach 10, 30 und 60 Minuten, 6 und 24 Stunden wurden je ca. 0,1 ccm des Gemisches zur Herstellung von Gelatineplattenculturen verwendet. Es wurden 5 verschiedene Seifen versucht. Bei der Temperatur von 15° C. tödteten sämmtliche Seifen in 9- und 10proc.[3]) Lösung binnen

1) Archiv für Hygiene, Bd. XVIII, S. 335.

2) Zeitschr. f. Hygiene u. Infectionskrankh., 15. Bd., S. 460.

3) Die Concentrationen waren thatsächlich durchwegs um ein Sechstel niedriger als Jolles angibt, da er 100 ccm Seifenlösung mit 20 ccm Culturflüssigkeit verdünnte.

1 bis 2 Minuten die Choleravibrionen vollständig ab. Bei einer Einwirkungsdauer von 10 Minuten sterilisirten sämmtliche Seifen schon in der Concentration von 4% die Vibrionencultur. Bei 30 Minuten langer Einwirkung erzielten schon die 2 proc., bei drei von den fünf geprüften Seifen schon die 1 proc. Lösungen vollen Desinfectionserfolg. Binnen 6 Stunden wurde selbst durch 0,6 proc. Seifenlösung noch dieses Ziel erreicht. Bei Anwendung höherer Temperatur war die Desinfectionswirkung der Seifen noch weit kräftiger.

Im Jahre 1895 machte Jolles[1]) weitere Mittheilungen über die Desinfectionsfähigkeit der Seifenlösungen. Dreitägige bei 35° C. in Fleischwasser-Peptonbouillon entwickelte Culturen von Typhusbacterien und Bact. coli commune wurden wie früher in der Menge von 20 ccm mit 100 ccm Seifenlösung von bestimmter Concentration vermischt und mit 0,2 ccm des Gemisches von Zeit zu Zeit Gelatineplatten-Culturen angelegt. Die Gemische wurden bei verschiedener Temperatur gehalten, bei 4 bis 8, bei 18 und bei 30° C. Da bei den früheren Versuchen alle Seifen annähernd gleiche Wirksamkeit gezeigt hatten, wurde diesmal nur mit einer Sorte nahezu neutraler Seife mit 67,44% Fettsäuren, 10,4% Alkalien und 0,041% freien Alkali gearbeitet.

Die Typhusbouillon wurde unter diesen Umständen bei der Temperatur von 4 bis 8° C durch 1% Seife binnen 12 Stunden durch 3% binnen 2 Stunden, durch 6% binnen 15 Minuten vollständig abgetödtet. Bei 18° C. war die Wirkung schwächer, 1% Seife tödtete bei dieser Temperatur erst binnen 24 Stunden, 3% binnen 12 Stunden, 6% binnen 30 Minuten vollständig. Leinwandläppchen, auf welchen Typhusbacillenculturen eingetrocknet worden waren, wurden durch 1% Seife binnen 2 Stunden, durch 3% binnen 1 Stunde, durch 6% binnen 15 Minuten sterilisirt. Das Bacterium coli commune zeigte sich der Seife gegenüber widerstandsfähiger. Bei 4 bis 8° C. sterilisirten die 1- und 2 proc. Lösung binnen 12 Stunden, die 5-, 6- und 7 proc. Lösung

1) Zeitschr. f. Hygiene u. Infectionskrankh., 19. Bd., S. 130.

binnen 1 Stunde, die 8-, 9- und 10proc. Lösung[1]) binnen 30 Minuten. Bei 18 und 30° war die Wirkung wieder zum Theile geringer.

Die crassen Widersprüche zwischen den bisherigen Angaben über den Desinfectionswerth der Seifen liessen es gerathen erscheinen, die Frage einer erneuten Prüfung zu unterziehen. Dies erschien um so nothwendiger, als die Methoden der bisherigen Untersucher, soweit darüber Angaben vorliegen, zumeist nicht einwandsfrei erscheinen. Wie durch M. Gruber[2]) festgestellt wurde, spielt bei den vegetativen Formen der Bacterien die Widerstandsfähigkeit der Rasse eine für den Desinfectionserfolg entscheidende Rolle. Es war fraglich, ob bisher bei den Seifenversuchen darauf in genügendem Maasse Bedacht genommen worden war. Ferner erhält man — wie ebenfalls Gruber[3]) zuerst gezeigt hat — aus den Ergebnissen von Gelatineplattenculturen einen zu günstigen Schluss auf die Desinfectionskraft, da Keime, welche durch das Desinfectionsmittel am Wachsthum in Gelatine gehindert werden und daher für todt angesehen werden, in flüssigem Nährboden und bei 37° noch üppig gedeihen können. Die Verwendung von Bouillonculturen zu Grundprüfungen ist nicht zweckmässig, da man hier nicht blos isolirte Keime, sondern auch Flöckchen, Klümpchen, Häutchen von Vegetation vor sich hat, die der Einwirkung des Desinfectionsmittels sehr ungleich zugänglich sind, wodurch das Ergebnis leicht unsicher wird.[4]) Ausserdem hat man mit chemischen Reactionen zwischen dem Nährboden und dem Desinfectionsmittel zu rechnen. Seife z. B. wird durch die Erdalkalisalze der Bouillon zum Theile zersetzt werden. Auch das Alter der Cultur hat grossen Einfluss. In Choleravibrioculturen z. B., die mehrere Tage alt sind, sind bereits die meisten Individuen

1) Bezüglich der Concentrationen gilt auch für diese Arbeit das weiter oben Angemerkte.

2) Reports of the 7. International Congress of Hygiene, London 1891, II. Band.

3) Gesundheits-Ingenieur, 11. Bd., S. 281 (1888).

4) Gruber, 1891, a. a. O.

abgestorben[1]). Sie zeigen sich daher viel weniger widerstandsfähig als ganz junge Culturen.

Bei unseren Versuchen wurden drei verschiedene Seifensorten geprüft. Eine gewöhnliche Schmierseife, eine weisse Mandelseife (mit Nitrobenzol parfümirt) und eine feste Patent-Kaliseife.

Die wichtigsten Ermittlungen über die Zusammensetzung dieser Seifen sind in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt.

Tabelle I.

	Schmierseife (gute Handelssorte)	Mandelseife	Patent-Kaliseife (verschied. Stücke)
Wasser	39,0%	34,3%	8,4—13,8°
Gesammt-Alkali	13,3% als K_2O ber.	11,4% als Na_2O ber.	15,04—15,53% als K_2O ber.
Freies Alkali	Spuren	0,062%	0–0,031%
Kohlensaures Alkali	2,55% als K_2CO_3 ber.	0	0

Mit Rücksicht auf die Angaben von Kuisl wurde der erste Versuch so angestellt, dass Röhrchen mit je 10 ccm sterilisirter Pepton-Bouillon mit soviel 20proc. sterilisirter Patent-Kaliseifenlösung versetzt wurden, dass den Gemischen 0,2, 0,5, 1 und 2% Seifengehalt ertheilt wurde; unter der allerdings nicht zutreffenden Annahme, dass die zugesetzte Seife unzersetzt bleibe. Selbstverständlich wurde ein Theil der Seife sofort durch die Kalk- und Magnesiasalze der Bouillon zersetzt. Es trat sofort in allen Röhrchen starke Trübung ein. Die Niederschläge vereinigten sich nach und nach zu Flocken, die auf der Flüssigkeit obenaufschwammen. Sofort nach dem Zusatze der Seifenlösung wurde jedes Röhrchen mit einer Oese voll kräftiger, 24stündiger Agarcultur von Vibrionen inficirt und zwar wurde die Wirksamkeit jeder Seifenconcentration an zwei verschiedenen Generationen des Choleravibrio und an Vibrio Massaua (Ghinda) erprobt. Die inficirten Röhrchen wurden bei 37° aufbewahrt.

1) Gotschlich und Weigang, Zeitschr. f. Hygiene u. Infectionskrankh., 20. Bd., S. 376.

Es ergab sich, dass in allen Röhrchen mit 0,2 proc. Patentkaliseife lebhaftes Wachsthum der eingesäten Vibrionen erfolgte. In den Röhrchen mit 0,5 proc. Seife trat nur mehr spärliches und kümmerliches Wachsthum ein; in den Röhrchen mit 1- und 2 proc. Seife blieb jedes Wachsthum auch bei 8 tägiger Beobachtung aus. Uebertragungen in frische Bouillon nach 8 Tagen lehrten, dass es sich dabei nicht blos um Entwickelungshemmung, sondern um Abtödtung handelte.

Dieser Versuch bestätigte die Angaben von der starken Desinfectionswirkung der Seife. Von einer Begünstigung des Wachsthums der Vibrionen durch die Seife konnte keine Rede sein. Es wurde daher bei den folgenden Versuchen eine Anordnung gewählt, bei welcher die Desinfectionswirkung rein und scharf hervortreten musste. Die zu untersuchenden Bacterien wurden in destillirtem, sterilisirtem Wasser dicht aufgeschwemmt. Sie stammten durchwegs von 24 stündigen Culturen auf Agar bei 37°. Die dichten Aufschwemmungen wurden vor der Verwendung filtrirt, um Flöckchen und Bröckelchen der Vegetationsmasse zu entfernen. Ein bestimmtes Volumen, meist 10 ccm der Aufschwemmung wurde mit dem gleichen Volumen der Seifenlösung gründlich gemischt. Die Concentration der Seifenlösung betrug dabei das Doppelte der zu prüfenden Concentration. Die Gemische wurden bei gewöhnlicher Zimmertemperatur aufbewahrt. Nach bestimmten Zeitabschnitten wurden Tröpfchen des Gemisches (je eine 10 cmm Oese voll) entnommen und in sterilisirte Bouillon übertragen. Stets wurde aus der so inficirten Bouillonprobe eine zweite inficirt (2. Verdünnung), einerseits um der etwaigen Gefahr der Täuschung durch Entwickelungshemmung zu entgehen, andererseits, um einen Anhaltspunkt zur Beurtheilung der Zahl der überlebenden Keime zu erhalten. Regelmässig wurden aus der ersten Bouillonprobe 6 Oesen voll in die zweite übertragen. Die inficirten Bouillonproben wurden bei 37° aufbewahrt und durch 8 Tage beobachtet.

Als in der angegebenen Weise die Seifenlösungen mit Vibirionen-Aufschwemmungen vermischt wurden, zeigte sich die auffallende Erscheinung, dass die anfänglich trüben Gemische voll-

kommen klar und durchsichtig, dabei schleimig und fadenziehend wurden. Bei den Seifenconcentrationen von 10 bis 0,5% herab trat diese Klärung sofort ein. Bei 0,1 % dauerte es etwa 1/4 Stunde bis die Klärung vollständig geworden war. Das Gemisch mit 10% Seife bleibt tagelang klar. Die 5 proc. und die schwächeren Concentrationen dagegen bilden binnen 24—48 Stunden lockere Decken und Ausscheidungen am Saume der Flüssigkeitsoberfläche, welche grosse Aehnlichkeit mit Vegetationen haben, aber lediglich Ausscheidungen eiweissartiger Natur sind. (Bildung von Alkalialbuminat und Zersetzung desselben durch die Kohlensäure der Luft?)

Die Aussaaten aus den Gemischen der Vibrionen-Aufschwemmungen und Seifenlösungen lehrten Folgendes:

10% Seife tödtet die Choleravibrionen und die Vibrionen der Sorte Massaua binnen 1/2 Minute vollständig. Ebenso wurden die Vibrionen in Gemischen mit 5 und 2,5% Seife abgetödtet gefunden, als nach 5 Minuten Aussaaten gemacht wurden. Jedenfalls tödten aber diese Concentrationen in viel kürzerer Zeit, denn noch in der Concentration von 2% tödteten die Patentkaliseife und die Mandelseife die Massauavibrionen binnen 1 Minute vollständig ab, während die schwächer wirksame Schmierseife diesen Erfolg erst bei einer Einwirkung von mehr als 2 bis 5 Minuten erreichte. Selbst noch in der Concentration von 1% erwiesen sich die Seifen den Vibrionen gegenüber als höchst wirksam. Allerdings stellten sich bei dieser Concentration schon Unterschiede in der Resistenz der Vibrionen heraus. Die verschiedenen Generationen des Choleravibrio erlagen dieser Concentration der Patent-Kaliseife in der Zeit zwischen 1/2 und 1 Minute. Dagegen bedurfte es zur Abtödtung des Vibrio Massaua einer Einwirkungsdauer von mehr als 3 bis zu 5 Min.; gleichgültig, ob gewöhnliche Schmierseife, Mandelseife oder Patentseife genommen wurde. In der Concentration von 0,5% tödtete die Patentkaliseife die Choleravibrionen in der Zeit von 5 Minuten; dagegen die Massauavibrionen auch bei halbstündiger Einwirkung nicht mehr vollständig, wenn auch schon

binnen 10 Minuten die Mehrzahl der Keime abgestorben war. Noch weniger wirksam erwies sich in der Concentration von 0,5% die Schmierseife. Erst nach 30 Minuten zeigte sich die Zahl der lebenden Massauakeime wesentlich vermindert. Dagegen zeigte sich die Mandelseife auch noch in dieser Concentration gegen den Massauavibrio sehr wirksam, indem sie alle Keime in der Zeit zwischen 3 und 5 Minuten vernichtete. Noch geringere Concentrationen als 0,5% wirkten nur mehr sehr schwach. So lebten selbst die weniger resistenten Choleravibrionen in 0,1% Patentseife noch nach 2 Stunden.

Die grosse Wirksamkeit der Seifen gegen den Choleravibrio hat eine hohe praktische Bedeutung. Es kann nach unseren wie nach den früheren Versuchen von Nijland und Jolles gar keinem Zweifel unterliegen, dass man Wäsche, Kleider, Möbel u. s. w. einfach durch Einlegen und Waschen in Seifenlösung, die Hände einfach durch Waschen mit Seife rasch und völlig sicher von Cholerakeimen desinficiren kann.

Um eine Vorstellung darüber zu gewinnen, welche Seifenconcentrationen wir beim gewöhnlichen Waschen unserer Hände herzustellen pflegen, habe ich eine grosse Anzahl von Handwaschungen mit verschiedenen Seifen unter Messung der verbrauchten Seifen- und Wassermengen vorgenommen. Es wurde so festgestellt, dass an beiden Händen nach dem Eintauchen in Wasser bei vollständiger Benetzung etwa 4 bis 6 ccm Wasser hängen bleiben. Die Seifenstücke wurden zwischen den Händen solange abgerieben, bis reichliche Schaumbildung eingetreten war. Es wurde aber absichtlich die Seife geschont, um die geringsten Concentrationen kennen zu lernen, die beim gewöhnlichen, einigermaassen sorgfältigen Waschen der Hände vorkommen mögen. Es stellte sich heraus, dass der Seifenverbrauch in viel weiteren Grenzen schwankt als der Verbrauch an Wasser, dass aber stets Concentrationen hergestellt werden, die zur fast momentanen Tödtung der Choleravibrionen hinreichen müssen. So wurden verbraucht von einer Crêmeseife 0,3 g, von Schmierseife 0,77 g, von einer Natronseife »Mohrenseife« 0,56 g, von der

Mandelseife 1,1 bis 2,7 g, von der Patent-Kaliseife 0,5 bis 1,34 g. Berechnet man die Concentration für die Maximalwassermenge von 6 g, so findet man, dass die niedrigste Concentration 5 % beträgt, und die Concentrationen bis 45% hinaufgehen.

Bei der Desinfection von Wäsche u. s. w. in der Praxis wird man allerdings bei Wahl der Seifenconcentration darauf Bedacht nehmen müssen, dass das Medium, in dem sich die Keime befinden und hartes Wasser Seife zersetzen können. Man wird daher nicht die niedersten der rasch wirkenden Concentrationen anwenden dürfen, doch dürfte eine 4 bis 5proc. Lösung guter Seife wohl unter allen Umständen genügen, um bei gewöhnlicher Temperatur Leib- und Bettwäsche, Kleidungsstücke, Holz- und Eisenmöbel, Fussboden u. s. w. binnen 5 bis 10 Minuten vollständig von Cholerakeimen zu befreien; vollständige Benetzung bezw. Durchdringung der Objecte mit der Seifenlösung vorausgesetzt.

Mit der Verwendung von Kaliseife muss man jedenfalls vorsichtig sein. Die gewöhnlichen Schmierseifen des Handels sind oft ausserordentlich unreine und minderwerthige Producte, woraus sich wahrscheinlich auch die ungünstigen Befunde von Kuisl erklären lassen dürften.

Die ausserordentlich günstigen Resultate gegenüber den Vibrionen erweckten natürlich Hoffnungen auf eine allgemeinere Verwendbarkeit der Seife zur Desinfection. Zunächst wurde die Wirkung der Seifen gegenüber den Typhusbacillen und dem Bact. coli festgestellt. (Siehe Tabelle II S. 360.)

Aus der nachstehenden Tabelle, welche das Mittel von mehreren Versuchsreihen wiedergibt, geht hervor, dass die Seifen in der That auch gegenüber diesen beiden Bacterienarten eine so hohe Desinfectionskraft besitzen, dass man unter Umständen, wenn andere Desinfectionsmittel nicht zur Hand sind, die Seifen auch zur praktischen Desinfection gegenüber Typhus heranziehen kann. Nur muss man dann weit höhere Concentrationen anwenden, als gegenüber dem Choleravibrio nöthig sind und die Desinfection der Hände werden

Tabelle II.

Typhusbacillus.

Concentration	Bouillon-Verdünnung	Weisse Mandelseife						Patent-Kaliseife						Schmierseife					
10%	I	1 M. —	3 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	1 M. —	3 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	1 M. —	3 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	
	II	1 M. —	3 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	1 M. —	3 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	1 M. —	3 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	
5%	I	1 M. +	3 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	1 M. +	3 M. +	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	1 M. +	3 M. +	5 M. +	10 M. —	15 M. —	20 M. —
	II	1 M. +	3 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	1 M. +	3 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	1 M. +	3 M. +	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —

Bacterium coli commune.

Concentration	Bouillon-Verdünnung	Weisse Mandelseife					Patent-Kaliseife					Schmierseife				
10%	I	2 M. +	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	2 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	2 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —
	II	2 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	2 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	2 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —
5%	I	2 M. +	5 M. +	10 M. +	15 M. —	20 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —		2 M. +	5 M. +	10 M. +	15 M. +	20 M. +
	II	2 M. +	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —	5 M. —	10 M. —	15 M. —	20 M. —		2 M. +	5 M. +	10 M. +	15 M. +	20 M. —

die Seifen nur dann sicher herbeiführen, wenn man sorgfältig wäscht und reichlich Seife verbraucht. Denn es ist die Concentration von 10% erforderlich, um die Typhusbacillen unter den günstigsten Umständen — isolirt aufgeschwemmt in Wasser — binnen 1 Minute zu tödten. Die 5proc. Lösung muss je nach der Seifensorte schon 3 Minuten (Mandelseife) bis 10 Minuten (Schmierseife) einwirken, um vollständige Abtödtung der Typhusbacillen zu erzielen. Noch schwächer ist die Wirkung der 5proc. Lösung gegenüber den Bacterium Coli. Nur die Patent-Kaliseife scheint auf das Bacterium coli sogar kräftiger zu wirken als auf den Typhusbacillus.

Leider versagen die Seifen vollständig oder wenigstens in praktischem Betracht vollständig gegenüber den Eitercoccen. Staphylococcus pyogenes aureus kann selbst in 18- bis 20proc. Seifenlösungen eine Stunde lang und länger verweilen, ohne abgetödtet zu werden, ja ohne dass auch nur ein beträchtlicher Bruchtheil der Keime abstirbt, wie der Umstand beweist, dass selbst durch die nach einer Stunde gemachten Aussaaten auch noch die zweite Verdünnung inficirt wurde. Alle vier geprüften Seifen: Mandelseife, »Mohrenseife«, Schmierseife und Patent-Kaliseife verhielten sich darin ganz gleich. Für die chirurgische Praxis reichen daher die Seifen als Desinfectionsmittel nicht aus.

Bei den Desinfectionsversuchen gegenüber den Vibrionen, den Typhus- und Colibacterien fiel es auf, dass die Mandelseife sich soviel wirksamer als die Schmierseife, meist trotz ihres viel höheren Wassergehaltes auch wirksamer als die Patent-Kaliseife verhielt. So tödteten 5% Mandelseife Bacterium Coli binnen 15 Minuten vollständig, während die Sterilisation durch 5% Schmierseife auch nach 20 Minuten noch nicht vollendet war. Der Typhusbacillus wurde durch 5% Mandelseife bereits binnen 3, durch Patent-Kaliseife erst binnen 5, durch Schmierseife erst binnen 10 Minuten getödtet. 0,5% Mandelseife tödtete den Choleravibrio binnen 5 Minuten, während die 0,5 proc. Lösungen der beiden Kaliseifen auch noch nach 30 Minuten nicht sterilisirt hatten.

Dies legte die Vermuthung nahe, dass dem zur Parfümirung der Mandelseife verwendeten Nitrobenzol desinfectorische Wirkung zukommen möchte. In der That liess sich dies durch einen Parallelversuch mit Typhusbacillen erweisen. Das Nitrobenzol, welches in Wasser fast unlöslich ist, wird von Seifenlösung reichlicher aufgenommen und diese Lösung ist viel wirksamer als die Seifenlösung für sich allein.

Tabelle III.

	Bouillon-Verdünng.	Wirkungsdauer				
		1'	3'	5'	10'	15'
4% Patent-Kaliseife	I	+	+	+	+	+
	II	+	+	+	—	—
4% Patent-Kaliseife + 1/4% Nitrobenzol	I	+	—	—	—	—
	II	+	—	—	—	—
4% Patent-Kaliseife + 1% Nitrobenzol	I	—	—	—	—	—
	II	—	—	—	—	—

Das Parfümiren der Seifen mit Nitrobenzol, das allerdings mit sehr kleinen Mengen geschieht, trägt demnach ein wenig zum Desinfectionserfolge bei.

Zugleich mit den bisher erwähnten Seifen wurde gegenüber den Typhusbacillen, dem Bacterium coli und den Staphylococcen auch eine Kali-Crême-Seife mit einem Gehalte von 40% Lysol geprüft, um die Frage zu entscheiden, insoferne durch eine derartige Combination der Seife mit einem bewährten Desinfectionsmittel die Desinfection in der Praxis noch wirksamer gemacht und vereinfacht werden könnte. Das Ergebnis dieser Prüfung war aber eine grosse Enttäuschung.

Gegenüber den Typhusbacillen und dem Bacterium coli war diese Lysolseife nicht wesentlich wirksamer als die anderen Seifen. Die 5%ige Lösung (mit 2% Lysol) tödtete den Typhusbacillus erst in der Zeit zwischen 1 und 3 Minuten, die Keime des Bacterium coli gar erst zwischen 10 und 20 Minuten vollständig. — Gegenüber dem Staphylococcus wirkte die Lysolseife allerdings

viel kräftiger als die gewöhnlichen Seifen. Aber die Wirkung war nichts weniger als befriedigend, wie die folgende kleine Zusammenstellung zeigt.

Tabelle IV.

	3′	5′	10′	15′	20′	40′	60′	80′
10% Crême-Seife mit 4% Lysol	+	+	+	+	−			
	−	−	−	−	−			
5% Crême-Seife mit 2% Lysol	+	+	+	+	+	+	−	−
	+	+	+	+	+	−	−	−

Die Lysolseifenlösung erwies sich viel weniger wirksam als eine Lösung von Lysol allein mit gleichem Lysolgehälte. Es erschien interessant, festzustellen wie sich in dieser Hinsicht die Carbolsäure und die Carbolsäureseifen verhalten. Es wurde daher ein Parallelversuch an Staphylococcen angestellt: mit 2 und 1% Carbolsäure für sich allein und mit denselben Carbolsäurelösungen unter Zusatz von 3% Patent-Kaliseife. Das Ergebnis war schlagend:

Tabelle V.

	½′	1½′	3′	5′	10′
2% Carbolsäure	−	−	−	−	−
	−	−	−	−	−
2% Carbolsäure + 3% Kaliseife	+	+	−	−	−
	+	−	−	−	−
	¼ St.	½ St.	¾ St.	1 St.	1½ St.
1% Carbolsäure	+	−	−	−	−
	−	−	−	−	−
1% Carbolsäure + 3% Kaliseife	+	+	+	+	−
	+	+	−	−	−

Also auch die Wirkung der Carbolsäure wird durch den Seifenzusatz geschwächt, und der Seifenzusatz wirkt, wenn er über ein gewisses Verhältnis hinausgeht[1]), geradeso beeinträchtigend auf die Desinfection durch die Phenole wie der

1) Die Wirksamkeit des Lysols und der analogen Präparate aus gleichen Gewichtstheilen Kresol und Seife ist ja völlig sichergestellt.

Zusatz von Alkalihydraten bei der Herstellung der Solutole. Offenbar wird ein Theil der Phenole durch das Alkali der leicht dissociirbaren Seifen gebunden und dadurch unwirksam gemacht.

Es ergibt sich somit aus diesen Beobachtungen der praktisch wichtige Schluss, dass die Herstellung von Seifen mit Zusatz des Desinfectionsmittels nicht rationell ist und — insoferne das Desinfectionsmittel nicht an und für sich schon reinigend wirkt — der alte Gebrauch, die Hände zuerst mit Seife und dann erst mit dem Desinfectionsmittel zu behandeln, das Richtige ist.

Nachweis von Russ in der Luft.

Von

Dr. L. Heim.

(Aus der Untersuchungsstation des k. Garnisonlazarets Würzburg.)

Mit 4 Abbildungen auf 2 Tafeln.

Seitdem man Steinkohlen brennt, gibt es eine Rauch- und Russfrage, die sich mit dem zunehmenden Verbrauch dieses Brennmaterials steigerte. Viel ist schon darüber geschrieben und verhandelt worden, behördliche und polizeiliche Anordnungen haben sich mit ihr beschäftigt, man hat sinnreiche Vorrichtungen zur Abhilfe construirt, aber ohne dass etwas Wesentliches erreicht worden wäre.

Die durch die Steinkohlenverbrennung bedingte Luftverschlechterung ist gesundheitswidrig. Eine unmittelbare Schädigung des Gesunden lässt sich allerdings schwer feststellen; man weiss zwar, dass in russigen Städten Kohlenstoffeinlagerungen in den Lungen in vermehrtem Maasse gefunden werden, aber eine Zunahme der Sterblichkeit liess sich bis jetzt dadurch nicht erkennen. Kranke Athmungsorgane dagegen werden von Rauch und Russ ernstlich gefährdet (Bollinger)[1].

Der Russ allein ist nicht für alle Rauchbeschädigungen verantwortlich zu machen; es kommen auch Kohlenoxyd, schweflige Säure, Arsen u. a. in die Luft; da es sich aber dabei um gasförmige Stoffe handelt, die, bis sie in schädlicher Menge an den

---

1) Bayer. Ind.- u. Gewerbe-Bl. 1891; ref. Hyg. Rdsch., 2, 158.

Menschen herantreten können, eine erhebliche Vertheilung in der Luft erfahren, und höchstens in der nächsten Umgebung der Schornsteine, sichtbar an pflanzlichen Organismen, Schaden anrichten, so ist die Luftverschlechterung durch sie für den Menschen von minderer Bedeutung. Der Russ hingegen, der zwar durch den Wind über eine grosse Ausdehnung hin vertheilt wird, aber schliesslich doch wieder zur Erde zurückkehrt, kann die Bewohner mehr belästigen, direct und indirect, z. B. dadurch, dass die Einwohner zeitweise gehindert sind, die Fenster zu öffnen und die nothwendige Erneuerung der Luft in ihren geschlossenen Räumen zu erwirken.

Dies war im Ganzen und Grossen der Standpunkt der Vertreter des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege auf der XII. Versammlung zu Freiburg i. Br. im Jahre 1885 hinsichtlich der Gesundheitschädigung durch Rauch und Russ[1]). Die Hoffnungen auf zweckentsprechende Abhilfe waren nicht sanguinisch, denn der Referent Herr Flinzer meinte von seiner Vaterstadt: Es raucht heute noch in Chemnitz wie vorher, und ich fürchte, es wird auch in Zukunft noch einige Jahre weiter rauchen.

Und das hat es in Chemnitz und an andern rauchbelästigten Orten gethan, trotzdem dass die verschiedensten Vorschläge und Einrichtungen gemacht wurden. Man hat eigene Heizerschulen errichtet, um ein die Feuerung rationell bedienendes Personal heranzuziehen, man hat an den Feuerstätten mannigfaltige Vorrichtungen zur Rauchverzehrung ersonnen und angebracht, man hat die Fabrikschornsteine besser und höher gebaut; man hat Funkenfänger construirt und praktisch erprobt, man hat die Fabriken möglichst vor die Stadt in einen ausserhalb der herrschenden Windrichtung befindlichen Bezirk verwiesen: aber vielleicht eine Minderung, jedoch keine wirksame Abhilfe erzielt. Bei allen Verbesserungen an den Rauchquellen der Fabriken blieben die Oefen, die Herde und Schornsteine der Familien fast sämmtlich in der alten Verfassung; den Häuserkaminen schiebt

1) Deutsche Vierteljahrschr. f. öff. Gesundhtspfl., 18, 1.

man sogar den grösseren Antheil an der Luftverschlechterung der Städte zu. Das wirksamste Mittel wäre die Ersetzung der vielen kleinen und grossen Feuerherde durch Einrichtungen für Gasheizung, aber bis zu deren allgemeiner Einführung wird es wohl noch viel rauchen. Die Rauchplage wird daher, besonders in grösseren Städten, für uns von Interesse bleiben, umsomehr, als mit der Zunahme der Gewerbebetriebe mit Steinkohlenfeuerung die Verhältnisse immer ungünstiger werden.

Für die Beurtheilung der Grösse der Rauchbelästigung war stets der Russgehalt der Luft maassgebend. Man weiss, dass sich darin die einzelnen Städte sehr verschieden verhalten; manche sind wegen ihres vielen Russes besonders bekannt, wie Manchester, Chemnitz u. a. Im allgemeinen beruhen diese Annahmen aber lediglich auf subjectiven Schätzungen; nur selten hat man objectiv und experimentell die Menge des Russes zu bestimmen gesucht und dann nur in sehr von Rauch belästigten Städten.

So ist der übel berüchtigte Londoner Rauch nach seinem Gewicht und Werth von Chandler Roberts bestimmt worden, der zu dem Ergebnis gelangt, dass die täglich über London schwebende Rauchmasse ein Gewicht von 6000 Zentnern besitzt und dass die dabei zu Verlust kommende Steinkohle einem Werth von 45 Millionen Mark gleichkommt.[1]) Für dieselbe Stadt berechnete G. White[2]), dass in einem bestimmten Zeitraume 20000 Zentner Russ aus der Luft fielen, und Mabery[3]) für die Stadt Cleveland 1,54 bis 33,91 g Russ auf 1 Million Cubikmeter Luft.

1) Hiezu sind noch zu rechnen etwa 6 Millionen als unmittelbarer Verlust für Transport-, Reinigungskosten u. dgl., sowie endlich 40 Millionen Mark als jährlicher Betrag des Schadens, den der raucherfüllte Dunstkreis verursacht. Alles in allem bedeutet also der Londoner Rauch einen jährlichen wirthschaftlichen Verlust von ungefähr 90 Millionen Mark. Ref. ohne Quellenangabe Münchner med. Wchschr., 1889, 765.

2) Gesundheitsingenieur, 1892, 30; das nicht genaue Referat ist leider, wie so oft in dieser Zeitschrift, ohne Angabe des Originals. Genannt sind ohne Nummernbezeichnung der Civilingenieur und die Kölner Zeitung als mittheilend; beide waren mir nicht zugänglich.

3) Journ. Amer. Chem. Soc., 17, 105; ref. Hyg. Rdsch., 5, 840.

Die bisherigen Beobachtungen sind viel zu gering, um ein einigermaassen richtiges Bild von der Russbelästigung zu gewinnen und um Vergleiche der Verhältnisse in verschiedenen Städten ziehen zu können. Dazu müssten Untersuchungen auch in solchen Orten vorliegen, die als russärmer gelten, vor allem aber müssten die Ergebnisse auf einer gleichen experimentellen Grundlage beruhen. Das ist, so viel ich aus der mir zugänglichen Litteratur sehen konnte, bisher nicht der Fall gewesen. Da es aber zweifellos von Interesse ist, ein richtiges Urtheil in dieser Hinsicht zu erlangen, so bin ich an die Ausarbeitung einer **Methode** gegangen, die gestattet, praktisch verwerthbare Ziffern zu bekommen.

I. Gewinnung der Russproben.

Die Vorfrage, ob man die Durchsaugung der Luft durch ein Filter, gleichgiltig ob aus löslicher oder aus unlöslicher Substanz, oder ob man die freiwillige Absetzung des Russes wählen solle, entschied sich aus theoretischen und praktischen Gründen gegen die Saugung.[1]) Denn bei dieser würde die Versuchleitung durch die Herrichtung des geeigneten Filters und eines Saugapparates complicirt sein; mit Wasserstrahlluftpumpe und Gasuhr lässt sich bloss im Laboratorium arbeiten und ein Apparat, ähnlich dem für bacteriologische Untersuchungen gebräuchlichen Hesse'schen, wäre zu unhandlich; für den vorliegenden Fall ist sie aber überhaupt nicht geeignet; denn durch Versuche von Arens[2]) ist bereits erwiesen, dass man im Freien mit Saugeapparaten erst nach Herbeiziehung sehr grosser Luftmengen wägbare Mengen von schwebenden Theilchen bekommt.

Bei der Wahl der freiwilligen Absetzung handelte es sich darum, den gefallenen Russ in geeigneter Weise festzuhalten. Arens überzog die Auffangfläche mit Schweinefett, das später zur Analyse mit Aether gelöst und abgewaschen wurde. Er hatte

1) Diese empfahl Möller mit Angabe eines besonderen Messinggehäuses zur Einsetzung einer Filtrirpapierscheibe im Gesundheitsingenieur 1894, 373.

2) Quantitative Staubbestimmungen in der Luft, nebst Beschreibung eines neuen Staubfängers. Archiv für Hygiene, 21, 325.

dadurch den Vortheil, die Fläche senkrecht aufstellen zu können, was für ihn speciell wichtig war, weil er sehen wollte, wie viel Staub im Freien mit dem Gesicht eines Menschen in Berührung komme. Da für unsere Zwecke lediglich die fallende Russmenge festgestellt zu werden braucht, so scheinen mir wagrechte Flächen völlig genügend.

Vorversuche mit Russentwickelung in einem geschlossenen Raume (Verbrennung von Naphthalin im Zimmer [1]) ergaben, dass sich der Russ in Schalen, deren Boden mit destillirtem Wasser bedeckt war, nicht minder gut fixiren liess, als wenn der Schalenboden mit Vaselin oder Schweinefett überzogen war. Im Gegentheil aber zeigte sich mir Fett als unbrauchbar, weil es später nicht gelang, die zarten Russflöckchen durch Aetherwaschung vom Fette gänzlich zu befreien.

Sehr nahe liegt der Gedanke, Schnee zu benützen, wie es die englischen Untersucher White und Mabery thaten. White schmolz den Schnee von einer Fläche von 20 cm im Geviert und gewann für die von ihm gewählte Zeit 13 g Russ; Mabery bestimmte die Menge in einem Liter Schneeschmelzwasser im Frühjahr 1889 auf 0,0418 bis 0,1113 g. Schnee hat man aber nur in beschränkter Zeit des Jahres zur Verfügung.

Als Auffanggefäss wählte ich gewöhnliche Glasschalen, die zur Herrichtung von feuchten Kammern für bacteriologische Zwecke dienen und einen Durchmesser von 20 bis 24 cm haben. Grössere Schalen sind ungleich schwerer zu handhaben; nur

---

1) Wenn man eine reichlich Russ liefernde Substanz im Zimmer bei geschlossenen Fenstern verbrannt hat, so kann man beobachten, wie ausserordentlich langsam sich die entstandene Rauchwolke verliert. Nach Verbrennung von 50 g Naphthalin hatte sie sich binnen mehreren Stunden noch nicht bis zur Hälfte der Zimmerhöhe herabgesenkt und selbst am andern Vormittag erschien die Luft noch leicht rauchig.

Das langsame Niedersenken des Russes erklärt Irvine (ref. Hyg. Rdsch., 1, 519) dadurch, dass, wie sich an einer berussten Glasplatte mikroskopisch erkennen lasse, jedes Kohletheilchen von einem Hofe umgeben sei, der ölartig erscheine und aus Kohlenwasserstoffen bestehe. Ich habe mit einer leuchtenden Gasflamme und mit brennendem Terpentinöl Glasplatten berusst und unterm Mikroskop untersucht, aber von solchen Höfen nichts wahrnehmen können.

könnte gegen die von mir verwendeten der Einwand erhoben werden, sie seien zu klein und möchten deshalb Versuchsfehlern zu sehr Vorschub leisten. Dem kann ich durch eine Beobachtung begegnen, die mir der Zufall in passendster Weise vor Augen führte.

In einem zwei Höfe verbindenden Durchgangsbogen standen fünf sogenannte Krankentische neben einander, deren Platte durch 3 cm hohe Leisten in je zwei Abtheilungen geschieden war ┌┬┐; die einzelne hatte 36 × 28 = 1008 qcm Flächeninhalt. Die Tische waren mit frischem Ölanstrich versehen worden. Der Wind fegte durch den Durchgangsbogen gerade ziemlich viel Russ, der, soweit er mit den Tischen in Berührung kam, daran hängen blieb. Alle Fächer erschienen danach gleichmässig mit vielen, gut isolierten Russflöckchen bedeckt. Für den Nachweis des Russes in der Luft wäre es demnach ganz gleich gewesen, ob man eine Fläche von 1008 qcm oder eine zehnmal grössere (rund 1 qm) genommen hätte.

Es genügt also, Gefässe von der Grösse unsrer Culturschalen mit Wasser gefüllt an irgend einem Orte im Freien aufzustellen. Die Flüssigkeitshöhe betrage etwa 1 cm. In der warmen Zeit wird man das Wasser bei länger als 1 Tag dauernder Aussetzung ergänzen müssen; Regen und Sturm können durch Vermehrung der Wassermenge und Hinauspeitschung bereits aufgefallener Theilchen einen Verlust an Russ bedingen. Nach meinen Versuchen hat es sich als geratener gezeigt, die Schalen mehrere Tage hindurch stehen zu lassen, ihren Inhalt aber täglich zu wechseln, die Russmenge in den gesammelten Proben zu bestimmen und den Durchschnittswerth für 24 Stunden zu berechnen. Das Wasser muss destilliertes sein; man setze ihm etwa 1 % Carbolsäure zu, damit nicht Thiere davon trinken oder sich darin baden, und damit nicht eine störende Entwicklung niederer Lebewesen im Wasser erfolgt [1].

1) In einer von auswärts gesandten nicht carbolisirten Probe fand ich einmal eine nicht unbeträchtliche Entwicklung niederer Algen, namentlich von Beggiatoa; die entstandenen Flocken waren voller Russtheilchen, die sich nicht auswaschen liessen. Sie behinderten trotz vorangegangenen Kochens mit Lauge und Säure den Filtrationsvorgang ausserordentlich.

2. Verarbeitung der Russproben.

Ehe ich daran ging, Proben aus dem Freien, die allerhand andere Dinge zu enthalten pflegen, zu untersuchen, probirte ich mit Russ aus Schornsteinen, von Petroleum- oder Gaslampen und mit noch reinerem, durch Verbrennung von Naphthalin gewonnenem Russe. Im allgemeinen sehen die verschiedenen Russsorten ziemlich gleich aus. Wäscht man sie mit Alkohol, Benzol oder Xylol, so zeigt die abfiltrierte Flüssigkeit eine gelbe Färbung; weniger intensiv färbt sich Wasser oder Äther. Diese Gelbfärbung lässt sich jedoch nicht zum Nachweis von Russ verwenden, denn sie wird erst bei grösseren Russmengen deutlich und ist nicht bei allen Russarten gleich; bei Naphthalinruss ist sie sehr gering.

Meine Absicht ging zunächst dahin, eine kolorimetrische Methode auszuarbeiten, weil sie sich am einfachsten ausführen liess; anfänglich schien es auch, als ob eine solche mit Vortheil benützt werden könnte. Wenn man nämlich eine Spur Russ mit Xylol im Reagensglas schüttelt, so bekommt die Flüssigkeit eine rauchgraue Trübung, herrührend von kleinsten suspendierten Theilchen, die sich erst nach längerer Zeit absetzen, worauf die überstehende Flüssigkeit wieder klar wird. Das Gleiche ist der Fall, wenn man statt Xylol Benzol oder Alkohol nimmt, dagegen gelingt die Vertheilung weniger gut in Äther und noch schlechter in Wasser. Die Hauptsache ist möglichst feine Vertheilung; sie wird am besten in Xylol und durch kräftiges Schütteln erreicht und gefördert, wenn man feinen Quarzsand mit hineingibt. Für Prüfungen von Proben aus dem Freien würde dieser Umstand den Vortheil gewähren, dass man den oft im Wasser befindlichen Sand nicht erst zu entfernen bräuchte.

Wenn man genau 1 mgr Russ nimmt und in 10 ccm Xylol oder Alkohol vertheilt, so entsteht eine bereits so stark rauchgraue Trübung, dass es möglich erscheint, noch Abstufungen in dieser Nüance zu erkennen, also mittels einer colorimetrischen Methode noch Russmengen von weniger als 1 mgr nachzuweisen; 2 mgr : 20 ccm, 0,005 : 50,0 Xylol und dgl. geben immer die

gleiche Verfärbung; aber bei höherer Procentuierung als 1 : 10000 wird die Erkennung von Farbenunterschieden immer schwieriger; vollends wenn ich es mit vorher unbekannten (später durch Wägung bestimmten) Russmengen zu thun hatte, gelang es mir nicht, ein annähernd richtiges Ergebnis aus den Abstufungen des Rauchgrau zu schätzen.

Dazu kommt noch ein anderer, für die praktische Verwendung höchst misslicher Umstand. Für die Entfernung des Wassers aus den Proben lässt sich die Filtration durchaus nicht verwenden; denn die Kohletheilchen bleiben zum Theil im Filter hängen, gleichviel ob man eins von Papier oder Watte oder Glaswolle gewählt hat; es gelingt selbst mit kräftigem, andauerndem Schütteln nicht mehr, eine nur einigermaassen vollständige Vertheilung des Russes in Alkohol, Xylol oder Benzol zu erreichen. Es bliebe nichts übrig, als das Wasser zu verdampfen. Das würde aber das Verfahren sehr umständlich machen und schliesslich erhielte man ein Gemisch von Russ und Schmutz, aus dem sich der Russ ebensowenig ausschwemmen liesse, wie aus den feinen Fasern des Papiers oder der Glaswolle.

Nun schien mir aber noch ein andrer, vielleicht bequemerer Weg möglich. Da der Russ in Wasser gerne an der Oberfläche bleibt und sich nur schwer vertheilen lässt, leicht hingegen in Alkohol oder Xylol, so versuchte ich mit Hilfe dieser Flüssigkeiten, den Russ aus dem Wasser auszuschütteln. Wenn man Kolben mit langem Halse, wie ihn die Messkolben besitzen, theilweise mit russhaltigem Wasser füllt, dann 10 ccm Xylol hineingibt, schüttelt und schliesslich bis zu der Marke mit Wasser auffüllt, so wird das russige Wasser klar und das Xylol steigt intensiv grauschwarz oder tiefschwarz gefärbt in den Hals. Dasselbe gelingt mit Äther oder mit Amylalkohol (man muss den normalen, in Wasser unlöslichen nehmen). Benzin und Benzol eignen sich für diesen Zweck nicht so gut; der Amylalkohol wiederum hat die Neigung, am Glase in Tropfen haften zu bleiben und von Äther, bei dem das nicht der Fall ist, löst sich zu viel (1 : 10) in Wasser. Aber auch dieses Ausschüttelverfahren hatte seine grossen Nachtheile; bei genauer Prüfung

fanden sich noch viele, wenn auch nur mikroskopisch erkennbare Russtheilchen im Wasser zurückgeblieben. Ausserdem war man auch hier auf die Abschätzung von Farbenunterschieden angewiesen, die sich nur schwer richtig bestimmen liessen. Es wäre nun schliesslich noch ein Ausweg übrig geblieben, nämlich die russhaltige Xylol- oder Amylalkoholschichte mit einer Pipette abzuheben, überm Wasserbade zu verflüchtigen und den Rückstand zu wägen; die Verluste an Russ waren aber nicht unerheblich und es blieb auch noch ziemlich viel am Glase haften, was man erst durch wiederholte Ausschüttelungen hätte herausholen können. Schliesslich kam noch eine Ausschüttelung mit einem spezifisch schwereren Mittel, mit Chloroform in Erwägung, das den Russ mit sich niederreisst und dann im Scheidetrichter abgelassen werden kann; allein Chloroform ist bis zu 0,7 % in Wasser löslich und das Verfahren lässt sich ebenfalls nicht ohne erhebliche Verluste anwenden. Dazu kommen bei allen Mitteln viele Schmutztheile mit dem Russ, bei Chloroform ausserdem noch Sand in die Abscheidung, sodass eine Wägung ohne weitere Vorsichtsmaassregeln ganz falsche Ergebnisse liefern würde.

Alle die bisherigen Versuche hatten sich als praktisch unbrauchbar erwiesen, weil die Fehlergrenzen, innerhalb deren man sich bewegen musste, zu gross waren. Ich glaube, dass es überhaupt nicht gelingt, den Russ völlig fehlerfrei quantitativ zu ermitteln[1]), weil es kein Lösungsmittel für ihn gibt; er lässt sich zu schwer von andern körperlichen Bestandtheilen trennen. Ein Verfahren des Russnachweises muss immer mit diesem Factor rechnen und es handelt sich nur darum, die Fehler so gering wie möglich zu gestalten.

1) Selbst eine Verbrennungsanalyse würde aus naheliegenden Gründen nicht zu einem einwandfreien Resultat führen. Eine sogar im Sauerstoffstrom langsam vor sich gehende Verbrennung von 0,0722 g Schornsteinruss mit einigen sandigen Beimengungen ergab:

Anorg. Rückstand	= 0,0112 g	=	15,51 %
C	= 0,0588 g	=	81,44 %
H	= 0,0017 g	=	2,35 %
Summe:	0,0717 g	=	99,30 %.

Bei den oft ausserordentlich kleinen Russkörnchen ist das gar nicht anders erreichbar als mit Hilfe des **Mikroskops**. Wir brauchen eine 30—50fache Vergrösserung, ausnahmsweise auch einmal eine stärkere. Dann sind wir in den Stand gesetzt, das Verhältnis des Russes zu andern Dingen zu beurtheilen. Haben wir dieses herausgebracht, so können wir aus dem Gesammtgewicht von Russ und andern Theilen ein Ergebnis erhalten, das so genau ist, als sich unter den obwaltenden Umständen denken lässt. Die andern Theile sollen dabei die Risspartikelchen an Grösse nicht übertreffen; gröbere, fassbare werden mechanisch entfernt, die übrigen muss man aufzulösen oder möglichst zu zerkleinern suchen.

Die Methode, die ich von diesen Gesichtspunkten aus ausgearbeitet habe, beruht auf einem **gewichtsanalytischen Verfahren verbunden mit einer mikroskopisch-volumetrischen Bestimmung** und wird im einzelnen folgendermaassen durchgeführt.

Nachdem die ausgesetzten Proben karbolisirten Wassers an Ort und Stelle mit Hilfe eines Trichters und Rührstabs bis auf die letzte Spur fester Theile in Flaschen gefüllt sind, werden diese im Laboratorium nach und nach in eine Porzellanschale entleert. Hieraus fischt man mit einem kleinen Spatel alle mit blossem Auge als fremde Körper erkennbare Theilchen, indem man Sorge trägt, sie von den anhaftenden Russpartikelchen durch Abschwenken im Wasser so gut als möglich zu befreien. Es kommen dabei hauptsächlich Pflanzentheile, kleine Thierchen oder Stücke von ihnen (Flügel, Haare und dgl.), Sandkörner, Mauerbröckchen u. a. in Betracht. Was man an schwereren Dingen nicht leicht herausbringen kann, wie Sandkörner, kann zunächst darin bleiben. Die einzelnen Portionen werden bis auf's Letzte in ein grösseres Kochgefäss, am besten in einen innen weiss emaillirten Topf gegossen und darin gekocht. Es verlohnt sich, die Flüssigkeitsmenge durch Wägung zu bestimmen. Nun setzt man Kalilauge zu, um die gröberen, vom fixen Alkali angreifbaren Dinge zu lösen oder wenigstens zu zerkleinern. Ich giesse vom Liq. Kali caustici des Arzneibuchs 5 % zu; diese

willkürlich gewählte Menge hat sich als genügend erwiesen. Nach etwa 20—30 Minuten wird neutralisirt. 50 ccm jener Lauge entsprechen etwa 17—20 ccm acid. hydrochlor. des A. B. Danach gebe ich soviel Säure im Ueberschuss zu, als zum Neutralisiren verbraucht wurde, und lasse abermals etwa ½ Stunde kochen. Während des Kochens mit Lauge wie mit Säure müssen die an der Gefässwand emporsteigenden schwimmenden Theilchen mit Hilfe eines Glasstabs mit Gummiüberzug (Rührstab) öfters in die Flüssigkeit hinabgewischt werden. Zu reichlich verdampftes Wasser wird durch destillirtes ersetzt. Die etwas abgekühlte Flüssigkeit wird in ein Becherglas gegossen und die Innenwand des Topfes mit Hilfe des Rührstabs und kleiner Mengen destillirten Wassers so sauber abgerieben, bis alle sichtbaren Auflagerungen ins Becherglas abgeschwemmt sind. Dieses bleibt zur Sedimentirung bedeckt etwa 24 Stunden lang stehen. Unterdessen richtet man ein Faltenfilter von etwa 5 cm Halbmesser aus sehr gutem Filtrirpapier her (bei grossen Mengen deren zwei), wäscht es mit Spiritus und Aether, trocknet bei 110° im Wägegläschen und stellt dieses dann in den Exsiccator. Am nächsten Tag wird es gewogen, im Trichter erst mit destillirtem Wasser befeuchtet und dann der Niederschlag darauf gesammelt; bei einiger Vorsicht gelingt es, die Sandkörner russfrei im Becherglase zurückzubehalten. Schliesslich wird mehrmals mit destillirtem Wasser nachgespült; wenn aller Russ auf dem Filter ist und das Filtrat nicht mehr sauer abläuft, ist die Filtration beendigt.

Hieran schliesst sich die Mikroskopirung. Vorsichtig und möglichst glatt wird das noch feuchte Faltenfilter auf einer Glasplatte ausgebreitet, zunächst hinsichtlich des Aussehens und der Farbe des Niederschlags, sowie seiner ungefähren Menge beurtheilt und dann unters Mikroskop gelegt. Unerlässlich ist dazu ein ganz schwaches System, wie Leitz 1; ein solches gewährt die beste Uebersicht. Etwa zweifelhafte Dinge können später mit Verwendung von System 2 oder 3 geklärt werden. Man mustert der Reihe nach die einzelnen Sectoren durch, entfernt dabei die leicht wegzubringenden fremden Theile von

Pflanzen, kleinen Tierchen, Sand und dgl. mit einer möglichst feinen Pinzette und schätzt das Verhältnis zwischen Russ und übrigem Rückstand ab, der in Folge der Vorbehandlung in der Grösse seiner einzelnen Theilchen die der Russpartikelchen, die von punktförmigen Gebilden bis zu millimeterlangen Schollen schwanken, nicht übertrifft. Man erlangt bald die nöthige Uebung in der richtigen Abschätzung; wenn man unsicher ist, kann man eine Auszählung vornehmen, was aber mühselig ist. Durch die intensiv schwarzen, mehr ins Auge fallenden Russtheilchen darf man sich nicht zu einer Ueberschätzung der vorhandenen Kohlenmenge verleiten lassen und nicht die mitunter nur wenig gefärbten andern kleinen Dinge übersehen. Das geschätzte Ergebnis wird ins Protokoll nach Procenten eingetragen. In der Mehrzahl der Fälle habe ich über 50 % Russ gesehen, als höchste 90 %; diesem Werthe steht gegenüber die geringste Schätzung mit 10—20 = 15 %.

Nach der mikroskopischen Untersuchung legt man das Filter wieder in den Trichter, entwässert es mit Spiritus und Aether, verjagt diesen im Trockenschrank, schiebt das Filter in sein Wägegläschen zurück und trocknet eine Stunde lang bei 105—110°. Dann setzt man das Gläschen in den Exsiccator und stellt am nächsten Tage das Gewicht auf einer guten chemischen Wage fest. Aus diesem Gewicht und der durch die Mikroskopirung erhaltenen Procentzahl berechnet man schliesslich die definitive Zahl, die die in der Expositionszeit in die Schale gefallene Russmenge angibt.

Man kann nun dagegen einwenden, dass sich die Volumbestimmung nicht als gleichwerthig auf die Gewichtsbestimmung übertragen lasse. Ich gebe zu, dass hier eine Fehlerquelle liegt, man muss sie eben mit in den Kauf nehmen; übrigens kann ich sie nicht als besonders gross betrachten; denn es gibt in dem Rückstand Dinge, die leichter und solche, die schwerer als Russtheilchen von gleichem Volum sind, so dass also bis zu einem gewissen Grade ein Ausgleich gegeben ist. Ein aufmerksamer Beobachter wird überdies, wenn er viele mit der Pinzette nicht mehr leicht entfernbare, specifisch schwerer

erscheinende Dinge sieht, wie kleinste sandige oder steinige Beimengungen, diese bei der Abschätzung des Procentverhältnisses mit in Erwägung ziehen. Dem Nachtheil der Hineintragung eines subjectiven Urtheils in das Ergebnis steht der Vortheil des haarscharfen Nachweises selbst der kleinsten Russtheilchen gegenüber, der mit keiner andern Methode in auch nur annähernd so sicherer Weise geführt werden kann als wie mit dem Mikroskop.

Unter Umständen kann eine Vergleichung des erhaltenen Filterrückstandes mit dem Bilde erwünscht sein, das eine genau abgewogene Menge Russ gewährt. Ich habe deshalb Naphthalinruss mit Alkali und Säure gekocht, mit Wasser gewaschen und getrocknet und davon verschiedene Mengen von 1—50 mgr auf Faltenfilter gebracht. Diese Russfilter habe ich in natürlicher Grösse photographirt; eine Auswahl der Bilder ist auf Tafel II und III etwas verkleinert (1 : 0,75) beigegeben. 1 mgr Russ ist bereits deutlich erkennbar und 50 mgr Russ sind die ungefähr zulässige Aufnahmemenge für 1 Filter, wenn man diese gewissermaassen colorimetrische Probe nehmen will; die Russtheile legen sich hier schon zu grösseren Klumpen, besonders in der tiefern Hälfte des Filters zusammen und lassen sich nur schwer vertheilen. Hat man es mit voraussichtlich noch grösseren Russmengen zu thun, so vertheilt man die Masse lieber auf mehr als ein Filter. So schwarz wie auf den Vergleichsbildern sind die aus dem Freien erhaltenen Rückstände nicht; sie sind mehr grau; wenn man aber z. B. einen Rückstand der Probe aus dem Freien, der z. B. etwa 20 mgr wiegt, mit dem Bilde, das 20 mgr Russ darstellt, vergleicht, so wird man finden, dass die Dichte der Bedeckung des Filters in beiden Fällen übereinstimmt. Wer keine ganz exakt arbeitende chemische Wage besitzt, kann mit einer weniger feinen Wage, namentlich, wenn gleichzeitig mehrere Proben gewogen werden, und mit Hilfe solcher Bilder meiner Ansicht nach wohl auch zu einem ziemlich annähernden Resultate kommen.

Mit dem beschriebenen Verfahren haben wir herausgebracht, wie viel Russ in einer bestimmten Zeit auf eine Fläche von der Grösse unsrer Schalen, also auf etwa 300—350 qcm gefallen ist.

Es erübrigt nun noch, die erhaltenen Zahlen auf bestimmte Einheiten zu beziehen, um Vergleiche anstellen zu können. Ich habe alle Resultate auf 24 Stunden Zeit und 1 qm Fläche umgerechnet. Zur richtigen Beurtheilung der Ergebnisse muss man aber noch die verschiedenen Umstände kennen, die bei der Versuchsanstellung vorhanden waren. Ein tabellarisches Protocoll über derartige Versuche muss etwa folgende Punkte enthalten:

1. Beschaffenheit des Auffanggefässes.

2. Grösse (Durchmesser) der auffangenden Oberfläche des destillirten carbolisirten Wassers in Millimeter.

3. Tag und Stunde der Aussetzung des Gefässes.

4. Ort der Aussetzung.

5. Ungefähre Höhe über dem Erdboden.

6. Ist die Stelle frei oder geschützt durch Mauern, Gebäude, Bretterverschläge oder dgl., ist sie im allgemeinen zugig oder windstill?

7. Was für Rauchquellen sind in der näheren Umgebung.
   a) Schornsteine von Wohngebäuden; über dem wievielten Stockwerke?
   b) Schornsteine von Fabriken; ungefähre Höhe?

8. Wie gross ist die Entfernung von der Versuchstelle bei a und b ungefähr?

9. In welcher Himmelsrichtung zur Versuchstelle sind die Schornsteine gelegen?

10. Ungefähre Windstärke uud Windrichtung während der Expositionszeit?

11. Mittlere Tagestemperatur.

12. Barometerstand auf 0° reduziert.

13. Relative Feuchtigkeit, Sättigungsdefizit der Luft.

14. Allgemeine Angaben über Niederschläge oder Höhe in Millimetern.

15. Tag und Stunde der Einziehung des Gefässes.

Die meisten Punkte dieses Fragebogens motiviren sich von selbst. Die Notizen über Temperatur, Barometerstand und Luftfeuchtigkeit scheinen zunächst von untergeordneter Bedeutung

zu sein; ich habe sie hineingenommen, weil sie vielleicht später, wenn grössere Reihen von Zahlen zusammengekommen sein werden, von Interesse sein können.

3. Versuchsergebnisse.

Bei der folgenden Mittheilung nehme ich davon Umgang, alle diese Einzelheiten aus meinen Protokollen aufzuführen und beschränke mich der Kürze und Uebersichtlichkeit halber auf das Wichtigere. Ich habe an verschiedenen Stellen im NW, NE, SW und SE der Stadt Schalen 1—4 Tage lang ausgesetzt und zwar:

im NW, jenseits des Mains, im Garten des Garnisonslazarets = L an verschiedenen Punkten, einmal vor einem der nördlichen Dachfenster der Garnisonskirche = L_1;

im NE im Hofe der Gardistenbaukaserne über einem Thorbogen, dicht an einer nach Westen sehenden Hauswand (30 m nördlich davon ein Kohlenlager) = Kg und einmal im Garten eines etwa 180 m weiter nördlich gelegenen Gebäudes = Kg_1, wo nur wenig Hausschornsteine in der Nähe waren;

im SW in der alten Mainkaserne frei auf einer Gartenmauer = Ka; in einem etwa 200 m weiter östlich gelegenen Privathause auf einer Mauerbrüstung in der Höhe des ersten Stocks = Ha und an einem 50 m westlich von da befindlichen Punkte = Ha_1;

im SE vor einem Fenster des obersten Stockwerks eines Privathauses = Hb; dieser Punkt war einem Hausschornstein am nächsten gelegen; die Schale hatte ihn südlich hinter sich, in einem Falle, wo sie auf der andern Seite desselben Stockwerks aufgestellt war = Hb_1, nördlich hinter sich.

An den Stellen Kg, Ha, Hb und Hb_1 waren 1—2 Fabrik-, Brauerei- oder Bäckerschornsteine in 50—100 m Nähe.

In der Tabelle habe ich die Ordnung nach den berechneten Russmengen eintreten lassen; die Himmelsrichtungen im letzten Stabe sind in der Reihenfolge ihrer grösseren oder geringeren Bedeutung oder Nähe eingesetzt.

Stelle	Versuchstage	Expositionszeit in Stunden	Herrschende Windrichtung	1 mg Russ auf 1 qm in 24 Stdn.	Die meisten Rauchquellen sind im:
Kg_1	13.—14. VII.	25,7	N.	10,9	S. W.
Hb	»	24,0	N.	13,4	S. W. N.
L	»	24,5	N.	19,8	NW. NE. SW. SE.
Ha_1	»	26,0	N.	56,9	NE. ES.
Kg	»	26,25	N.	67,2	N. W. SW.
Ha	27.—30. VI.	82,0	S. SW.	70,0	N. ES.
L_1	11.—15. VI.	96,0	NE. N. W.	74,0	N.
Kg	12.—13. VII.	24,5	N.	100,9	N. W. SW.
Hb_1	16.—18. VI.	58,0	W. S. SE.	128,0	N. E. S.
Ka	23.—26. VI.	72,0	SW. W. NW.	135,0	W. E. N.
Hb	20.—23. VI.	73,0	NW. W.	161,0	S. W. N.
Ka	13.—14. VII.	26,2	N.	165,5	W. E. N.
L	12.—16. VI.	96,0	E.	186,0	SE. SW. W.
Ha	23.—26. VI.	57,0	SW. W. NW.	209,0	N. ES.
Kg	10.—12. VII.	74,0	N. NW.	240,7	N. W. SW.
Hb	28.VI.—1.VII.	57,25	S. SW.	280,0	S. W. N.
Hb	1.—2. VII.	36,0	S. SW.	490,0	S. W. N.

Diese Zahlen nach Bezirken zusammengestellt ergeben für

	NW.	NE.	SW.	SE.
	L_1 74,0	Kg 67,2	Ka 135,0	Hb 13,4
	L 186,0	Kg 240,7	Ka 165,5	Hb 161,0
	L 19,8	Kg 100,9	Ha 70,0	Hb 280,0
	279,8	Kg_1 10,9	Ha 209,0	Hb 490,0
		419,7	Ha_1 56,9	Hb_1 128,0
			636,4	1072,4
Durchschnitt	93,3	104,9	127,3	214,5 mg

Die geringste Russmenge fiel demnach im Garten des Lazarets, die höchste wurde im obersten Stockwerke des Hauses b gesammelt. Dieses Ergebnis entspricht den Voraussetzungen, die man machen konnte. Jedoch würde man fehlgehen mit der Annahme, dass ähnliches immer der Fall sein müsse. Das zeigt die nicht unerhebliche Russablagerung auf den eingangs erwähnten Krankentischen im Durchgangsbogen des Lazarets.

Schliesslich kommt eben doch aller in den höheren Luftschichten befindlicher Russ wieder auf die Erde zurück.[1])

Der Durchschnitt aus allen Zahlen ist 135 mgr. Wenn es angängig wäre, daraus den Verlust an Steinkohle zu berechnen, wie es Chandler Roberts für London that, so würde er sich, den Centner Steinkohle zu 1,15 M. angesetzt, für Würzburg, das eine Fläche von 32,16 qkm deckt, im Sommer täglich auf rund 100 M. stellen.

Ausserdem hatte ich Gelegenheit, den Russgehalt von 11 Proben aus Berlin, Chemnitz, Erlangen, München und Nürnberg zu bestimmen. Die höchsten Ziffern bekam ich von Chemnitz mit 172,7; 390,2; 216,1 durchschnittlich 260 mgr Rùss für 24 Stunden und 1 qm Fläche.

Ich bin nun weit entfernt davon, den erhaltenen Zahlen einen endgiltigen Werth beizumessen; ich sehe die angestellten Untersuchungen vielmehr nur wie Stichproben an, die mir Gelegenheit geben sollten, die Methode zu studieren und ihre Anwendbarkeit zu zeigen. Um wirklich verwerthbare und vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, muss man sie in ausgedehntem Maasse systematisch in einzelnen Städten durchführen. Wenn man an sehr vielen Punkten und zu den verschiedensten Zeiten Schalen aussetzt, dann wird man wohl Durchschnittszahlen erhalten, die für die betreffenden Orte charakteristisch sind; in

---

1) Im Gesundheitsingenieur 1892, S. 576 findet sich eine Mittheilung (leider, wie das in dieser Zeitschrift öfter vorkommt, ohne Angabe der Quelle und des Mittheilenden) über Untersuchungen zur Klärung der Frage, in welcher Höhe die Luft in London am reinsten ist. Man fand, dass die wenigsten festen Verunreinigungen in der Luftschichte 10 m über Pflaster waren. Nach unten soll man Staub, weiter nach oben Russ und Rauch aus den Schornsteinen treffen. Es heisst dann weiter: »Wenn auch die Menge des in der Luft enthaltenen Staubes und Russes nicht allein maassgebend für die Beschaffenheit der Luftschichte ist, so würde es immerhin von Werth sein, wenn auch in anderen grösseren Städten derartige Untersuchungen angestellt würden. In Städten mit vorwiegend hohen Häusern dürfte das Ergebnis doch wohl ein erheblich anderes als in London sein; wir glauben nicht, dass durch die Londoner Prüfungen die allgemeine Annahme widerlegt ist, dass die Bewohner der oberen Stockwerke unter normalen Verhältnissen die reinste Luft geniessen.«

jeder Stadt wird man eine Sommer- und eine Winterzahl berechnen müssen.

In Städten, die über besondere hygienische Stationen verfügen, kann man am ehesten erwarten, dass solche Untersuchungen angestellt werden. Sie sind nicht schwieriger und nicht umfangreicher als einzelne chemische Wasseranalysen, nur die Hereinbekommung der Proben wird etwas mehr Mühe verursachen. Die geeignete Auswahl passender Stellen, die sachgemässe Bedienung der Schalen an räumlich weit entfernten Punkten, die vor Unfug gesicherte Aufstellung u. dgl. erschweren die Sache etwas.

Durch die Ausarbeitung der Methode hoffe ich die Anregung zu möglichst ausgedehnten Russbestimmungen in verschiedenen Städten gegeben zu haben. An praktischem Erfolge verspreche ich mir davon einen weiteren Einblick in die Beschaffenheit der Städteluft, einen sicherer fussenden Vergleich über die Rauch- und Russbelästigung als er bisher geführt wurde, und damit verbunden eine erneute Sorge für die Beseitigung oder wenigstens Eindämmung dieser Plage; endlich die Möglichkeit der Beurtheilung, ob im Laufe der Jahre die Verhältnisse einer Stadt eine Besserung oder Verschlechterung in dieser Hinsicht aufweisen. Wie die Dinge jetzt liegen, wird man mit grösserer Wahrscheinlichkeit die Verschlechterung annehmen, weil die raucherzeugenden Gewerbebetriebe meist in Zunahme begriffen sind. Aber andrerseits macht sich mehr und mehr das Bestreben geltend, ausser durch Verbesserung und zweckmässigere Einrichtung und Bedienung von Feuerungsanlagen den Rauchgehalt der Städteluft dadurch zu vermindern, dass man den Fabriken Bezirke zuweist, die sich der herrschenden Windrichtung entgegen befinden. Somit ist eine absolute oder wenigstens relative Besserung denkbar. Die objective Entscheidung darüber verspreche ich mir von der Durchführung des neuen Verfahrens des Russnachweises in der Luft.

Die vorliegende Arbeit wurde veranlasst durch eine Besprechung der Rauchbelästigungsfrage mit Herrn Professor K. B. Lehmann, der ihr sein Interesse entgegenbrachte. In ihrer Durchführung wurde ich unterstützt

mit Verschaffung von Proben und Besorgung der dazu nöthigen Ausfüllung der Fragebogen durch den Director des Kaiserlichen Gesundheitsamts Herrn wirkl. geheimen Rath Dr. Köhler, durch den Chefarzt des kgl. Garnisonslazareths Chemnitz, Herrn Oberstabsarzt 1. Classe Dr. Brause und den Assistenzarzt 1. Cl. Herrn Dr. Manitz, durch Herrn Professor Dr. Hauser in Erlangen, Herrn Professor Dr. Buchner und Herrn Assistenzarzt 1. Cl. Dr. Martius in München, endlich durch Herrn Medicinalrath Dr. Merkel und Herrn Dr. Welte in Nürnberg. Ich verfehle nicht, diesen Herren auch hier meinen verbindlichen Dank auszusprechen.

Bacterium coli anindolicum und Bacterium coli anaërogenes.

Von

Dr. W. Lembke,

Berlin.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

(Mit 1 Photogramm.)

In meiner Arbeit »Beitrag zur Bacterienflora des Darms«[1]) habe ich zwei, bis dahin nicht beschriebene Bacterienarten erwähnt, welche von mir in den Hundefäces gefunden waren. Ich habe vorgeschlagen, diese Bacterien Bacterium coli anindolicum und Bacterium coli anaërogenes zu nennen, weil sie einerseits mit dem Bacterium coli commune in Aussehen und Wachsthumseigenschaften übereinstimmen, sich aber andererseits dadurch von ihm unterscheiden, dass das eine kein Indol, das andere in Traubenzucker enthaltenden Nährböden kein Gas bildet. Nun sind gerade diese Eigenschaften diejenigen, vermöge deren wir Bacterium coli commune und Typhusbacillus von einander unterscheiden. Eine weitere Untersuchung und Beschreibung beider gefundenen Arten in ihren morphologischen, culturellen und physiologischen Eigenschaften ist deshalb berechtigt.

Beide Arten sind kurze, plumpe Stäbchen mit abgerundeten Ecken. Ihre Länge beträgt 0,002 mm, ihre Breite 0,001 mm. Meistens werden sie zu zwei, bisweilen auch zu mehreren Gliedern verbunden angetroffen. Bacterium coli anindolicum zeigt

---

1) Archiv f. Hygiene, Bd. 26, 1896.

eine ziemlich lebhafte Beweglichkeit. Die gefärbten Geisselfädenpräparate des Bacterium coli anindolicum ähneln mehr denen des Typhusbacillus als denen des Bacterium coli commune. Man hat bei ihnen häufiger den Eindruck, als strahlten die Geisselfäden büschelförmig wie beim Typhusbacillus von der Zelle aus. Doch sind die Geisselfäden nicht so zahlreich wie beim Typhusbacillus. Ich konnte bis acht Geisselfäden nachweisen, welche kräftig und 0,013 bis 0,015 mm lang waren und nach allen Richtungen vom Zellenleibe ausstrahlten. Bacterium coli anaërogenes fand ich immer unbeweglich. Ich habe frische Agar- und Bouillonculturen, nachdem sie bei 37° eine Stunde, nachdem sie 2 Stunden, 3 Stunden, 5 Stunden, 12 Stunden, 18 Stunden, 24 Stunden gewachsen waren, untersucht, niemals konnte ich Eigenbewegung constatiren, ebensowenig wie in älteren Culturen und bei Culturen, die bei Zimmertemperatur gewachsen waren. Auch sämmtliche Versuche der Geisselfärbung fielen negativ aus. Nach Gram entfärben sich beide Arten.

Die beigegebenen Abbildungen sind nach Photographien, die Herr Dr. Günther so liebenswürdig war nach meinen Präparaten anzufertigen, hergestellt. Nr. I Bacterium coli anindolicum, Nr. II Bacterium coli anaërogenes, Nr. III Bacterium coli commune. Letzteres habe ich zur Vergleichung beigefügt. Die Abbildungen zeigen die Bacterien bei 1500facher Vergrösserung. Die 3 Präparate sind von frischen Agarculturen (gewachsen bei 37°, 24 Std. alt) hergestellt und alle drei nach der Löffler'schen Methode gefärbt. Der Beize waren auf 50 ccm 10 Tropfen einer $^1/_{10}$-Normalkalilauge zugefügt. Herrn Dr. Günther spreche ich an dieser Stelle für seine freundliche Mühewaltung meinen besten Dank aus.

Auf schräg erstarrtem Agar bilden beide Arten bei 37° innerhalb 24 Stunden einen kräftigen, grauweissen, feuchtglänzenden, saftigen, transparenten Belag.

Im Gelatinestich zeigen Beide eine kräftige, weissgraue Entwickelung und an der Oberfläche Häutchenbildung. Das Häutchen ist bisweilen kräftig, weissgrau, glänzend, rund und scharfrandig (nagelkopfartig), bisweilen sehr zart und dann grösser mit

gebuchtetem Rand. Beim Gelatineplattenwachsthum entwickeln beide Bacterien in der Tiefe Colonien, welche dem unbewaffneten Auge als grauweisse Punkte erscheinen und, bei schwacher Vergrösserung betrachtet, als rundlich ovale Gebilde von gelbbräunlicher bis grünlichgelber Farbe, öfters diffus gefärbt, öfters mit scholliger oder gekörnter Zeichnung oder mit concentrischen Ringen ausgestattet sich darstellen. An der Oberfläche entwickeln sich Häutchen, die genau denen des Bacterium coli commune gleichen, d. h. entweder in kräftigen, grauen, transparenten Belägen mit buchtigen Rändern und mit kräftiger, schlieriger Zeichnung darin, oder in mehr zarter, runder, schwach gelblich gekörnter Form. Zwischen beiden Typen kommen auch Uebergänge vor.

Auf Kartoffeln wachsen beide Arten innerhalb 24 Stunden zu einem feuchten, glasigen, gelblichen, später sich immer mehr bräunlich färbenden und trocken werdenden Belag aus. Bei der grossen Aehnlichkeit mit dem Bacterium coli commune und dem Typhusbacillus war es von Interesse, vergleichende Untersuchungen über das Wachsthum auf sauerer Kartoffelgelatine anzustellen. Das Resultat war, dass die drei Coli-Arten ein völlig übereinstimmendes Wachsthum zeigten, sowohl in Bezug ihres Aussehens, als auch ihrer zeitlichen Entwickelung, und sich dadurch von den Colonien der Typhusbacillen unterschieden.

In Bouillon entwickeln beide Coli-Arten — anindolicum und anaërogenes — eine dichte, gleichmässige Trübung, die sich beim Schütteln zu trüben Wolken zusammenballt. Bacterium coli anaërogenes gibt in Bouillon bei Zusatz von Kaliumnitrit und Unterschichtung mit concentrirter Schwefelsäure eine kräftige, rothe Farbe, welche sich durch Amylalkohol extrahiren lässt. Beim Bacterium coli anindolicum bleibt diese Reaction aus.

Bacterium coli anindolicum vergährt Traubenzucker unter Säuerung und Gasbildung. In 2 % Traubenzuckerbouillon ist das Verhältnis der Menge des Gases zur Länge des aufsteigenden Schenkels des Gährungskölbchens 1:3. Das Gas enthält Kohlensäure und Wasserstoff im Verhältnis 3:5 Volumina. Ebenso wird Milchzucker vergohren. Das Verhältnis der Menge des

Gases zur Schenkellänge beträgt bei 2% Milchzuckerbouillon 1:3. Das Gas enthält Kohlensäure und Wasserstoff im Verhältnis 3:4.

Das Bacterium coli anaërogenes zerlegt ebenfalls beide Zuckerarten unter Säuerung, aber ohne Gasbildung. In meiner ersten Mittheilung über dieses Bacterium (Archiv für Hygiene, Bd. XXVI, S. 299), habe ich angegeben, dass es in Traubenzuckerbouillon kein Gas, in Milchzuckerbouillon dagegen Gas entwickelt. Ich verweise auf die Berichtigung dieser Notiz im Archiv für Hygiene, Bd. XXVII, S. 392. Dass die Säure, welche sich in der 2proc. Traubenzuckerbouillon gebildet hatte, eine Folge der Zuckerzerlegung war, ging aus folgendem Versuch hervor. Wurde ein Gährungskölbchen mit reiner Nährbouillon ohne Zusatz von Traubenzucker gefüllt (Voraussetzung ist auch, dass die Nährbouillon an und für sich zuckerfrei ist) und die Kölbchen mit Bacterium coli anaërogenes geimpft, so zeigte sich nach 24stündigem Wachsthum bei 37° eine Trübung des ganzen Kölbchens und die resultirende Reaction war deutlich alkalisch. Dieses Bacterium gehört demnach zu den Alkalibildnern; auf allen zuckerhaltigen Nährböden dagegen bildet es wie Bacterium coli commune Säure. Sterilisirte Milch bringen beide Bacterienarten zur Gerinnung, bei 37° um etwa 24 Stunden schneller als bei Zimmertemperatur. Bei Bacterium coli anaërogenes ist die Gerinnung überhaupt um etwa 24 Stunden verzögert.

Das grössere oder geringere Säurebildungsvermögen von Bacterien in zuckerhaltigen Nährböden ist von den verschiedensten Forschern benutzt worden, um bei nahe verwandten Arten trennende Eigenschaften festzustellen. Ich habe deshalb ebenfalls vergleichende Untersuchungen über die Grösse der Säurebildung bei Bacterium coli anindolicum und anaërogenes angestellt. Zur Vergleichung, wie auch zur Controlle habe ich gleichzeitig die Grösse der Säurebildung durch Bacterium coli commune und durch Typhusbacillus mit untersucht. Die Versuche stellte ich in der Weise an, dass ich gleiche Mengen eines zuckerhaltigen Nährbodens mit den Bacterienarten besäte, und nachdem die Culturen unter gleichen äusseren Bedingungen eine Zeit lang gewachsen waren, die Menge der gebildeten Säure

mittelst Titrirung mit einer Normallösung bestimmte. Als Nährboden wählte ich neutrale Lakmusmolke. Ich stellte mir zunächst nach den Angaben Heims (Lehrbuch S. 210) eine genau neutral reagirende Molke dar, der ich auf je 100 ccm 5 ccm selbstbereiteter Lakmustinktur zusetzte. Die fertige Lakmusmolke zeigte den verlangten neutralvioletten Farbenton, reagirte neutral. Von dieser Nährflüssigkeit gab ich genau abgemessen 10 ccm in jedes Reagenzglas und stellte solche Gläser in grösserer Zahl her, sterilisirte sie dann an 3 aufeinanderfolgenden Tagen und impfte sie dann mit den betreffenden Bacterien. Ich impfte darum eine grössere Zahl von Röhrchen, weil ich einerseits von Tag zu Tag die fortschreitende Production von Säure verfolgen wollte, andererseits, um bei der Unsicherheit, mit der sich der Farbenumschlag bestimmen lässt, controllirende Nachprüfungen vornehmen zu können. Aus letzterem Grunde bin ich auch bei der Titrirung in der Weise vorgegangen, dass ich zunächst mit $^1/_{10}$ Normal-Kalilauge den Säuregrad bestimmte, dann ein Plus von $^1/_{10}$ Normal-Kalilauge zusetzte und mit $^1/_{10}$ Normal-Oxalsäure zurücktitrirte. Den Umschlag des Farbentons bestimmte ich, indem ich von oben auf die Höhe der Flüssigkeitssäule sah, während das Gläschen auf einer weissen Papierunterlage stand. (Die Reagenzgläschen müssen natürlich alle von gleichem Dickendurchmesser sein.) Ich habe bei den Controlltitrirungen fast mmer dieselben Werthe erhalten, höchstens differirten sie um 0,1 ccm, in solchen Fällen habe ich die Mittelwerthe genommen. Ich hatte 10 Röhrchen mit Bacterium coli commune, 10 mit Bacterium coli anindolicum, 10 mit Bacterium anaërogenes und 10 mit Typhusbazillus geimpft. Dieselben liess ich bei 37° wachsen und bestimmte die Menge der producirten Säure nach 24stündigem, nach 2tägigem, nach 3tägigem und nach 4tägigem Wachsthum. Die gefundenen Resultate zeigt die nachfolgende Tabelle.

Es verbrauchten zur Neutralisation der entstandenen Säure von einer $^1/_{10}$ Normalkalilauge an Cubikcentimetern:

	Nach			
	24 Stdn.	2 Tagen	3 Tagen	4 Tagen
Bacterium coli commune	0,8	0,9—1,0	0,9—1,0	1,0
Bacterium coli anindolicum . . .	0,4	0,8	1,0	0,7—0,8
Bacterium coli anaërogenes . . .	0,5	0,5	0,3—0,4	0,4—0,5
Typhusbacillus	0,2	0,1	0,2—0,3	0,3

Der Säuregehalt der Culturen von Bacterium coli commune und Typhusbacillen, den ich bei meinen Untersuchungen fand, stimmt mit den Resultaten überein, welche von früheren Forschern gefunden sind. Beide Bacterienarten unterscheiden sich dadurch von einander, dass das Bacterium coli commune ein 3—4 mal so starker Säurebildner im zuckerhaltigen Nährboden ist als der Typhusbacillus. Zwischen beiden Arten stehen wie in ihren sonstigen Eigenschaften, so auch in Bezug auf das Säurebildungsvermögen das Bacterium coli anindolicum und Bacterium coli anaërogenes. Das Erstere hat nach 24 Stunden nur halbsoviel Säure gebildet wie das Bacterium coli commune, in den späteren Tagen kommt es letzterem ziemlich nahe. Bacterium coli anaërogenes steht in seinem Säurebildungsvermögen dem Typhusbacillus näher als dem Bacterium coli commune. Es ist dies nach seinem sonstigen Verhalten den Zuckerarten gegenüber nicht wunderbar. Die erhebliche Abnahme der Säure am 4. Tage bei Bacterium coli anindolicum war sehr auffällig. Ich hielt deshalb das gefundene Resultat für falsch. Allein 6 Titrirungen ergaben dieselbe Zahl. Wahrscheinlich ist in den ersten Tagen die Säurebildung durch die Spaltung des Zuckers eine lebhafte, später, wenn der Zucker verbraucht ist, treten Stoffwechselproducte auf, welche zu einer Verminderung der gebildeten Säure führen. Die Resultate dieser Untersuchung sprechen noch ganz besonders für die Berechtigung, Bacterium coli anindolicum und anaërogenes als besondere Arten der Coli-Gruppe hinzustellen.

Es erübrigt noch über die Pathogenität beider Arten zu berichten. Als ich zur ersten weiteren Untersuchung beider Arten schritt, waren sie einige Monate lang auf künstlichem

Nährboden gewachsen, waren also alte Laboratoriumculturen geworden. Es wäre nicht wunderbar gewesen, wenn ich eine etwa vorhanden gewesene Pathogenität nicht gefunden hätte. Beim Bacterium coli anindolicum ist es mir auch nicht gelungen, eine krankmachende Wirkung festzustellen, selbst nicht, nachdem ich es durch eine Reihe von Thierkörpern geschickt hatte. Anders verhielt es sich mit Bacterium coli anaërogenes. Dieses ist für weisse Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen pathogen (auf diese drei Thierarten erstreckten sich meine Untersuchungen). Diese Thiere gehen bei tödtlichen Dosen innerhalb 24 Stunden an Septicämie zu Grunde. Man findet das gesammte Gefässsystem strotzend gefüllt mit den Kurzstäbchen, die Gefässe sehen wie ausgestopft aus.

Die beigegebene Abbildung Nr. IV zeigt einen Schnitt durch die Lunge einer Maus bei 500facher Vergrösserung. Dieselbe war nach einer Dosis von 0,2 ccm einer Bouilloncultur, subcutan beigebracht, innerhalb 24 Std. zu Grunde gegangen. In der Mitte des Gesichtsfeldes sieht man ein Gefäss, das mit Bacterien voll ausgestopft ist. Zu beiden Seiten des Gefässes liegen, wegen grösserer Tiefe nur schwach zu sehen, Bronchien und Alveolen, welche gänzlich frei von Bacterien sind.

Bei kleineren Gaben, als die tödtliche Dosis beträgt, werden die Thiere krank, erholen sich aber nach einigen Tagen sehr schnell. Tödtet man ein solches Thier um diese Zeit, so findet man im Blute keine Bacterien mehr. Letztere gehen also sehr schnell im Thierkörper zu Grunde. Wohl aber finden sich im Blute zahlreiche Bacterien auf der Höhe der Erkrankung. In der ersten Zeit meiner Thierversuche starben die Mäuse nur, nachdem ihnen 1 ccm einer frischen Bouilloncultur ins Peritoneum injicirt war. Durch Uebertragung von Thier zu Thier erlangte die Cultur eine grössere Giftigkeit, sodass schliesslich 0,2 ccm subcutan beigebracht genügten, um innerhalb 18 Stunden den Tod herbeizuführen. Kaninchen wurden bei intravenöser Injection von ³/₄ ccm einer frischen Bouilloncultur schwer krank, genasen aber dann sehr schnell; bei grösseren Dosen gingen sie innerhalb 24 Stunden zu Grunde. Meerschweinchen starben

bei intraperitonaler Injection von 3/4 ccm einer Bouilloncultur innerhalb 24 Stunden.

Die Eigenschaften dieser beiden Bacterienarten gewinnen eine praktische Bedeutung bei der Frage nach der Diagnosticirung der Typhusbacillen. Es sind oft genug angeblich Typhusbazillen in Gewässern etc. gefunden worden, deren Diagnose sich nur stützte auf Uebereinstimmung einzelner Eigenschaften der betreffenden Bacterien mit denen von Typhusbacillen. Bacterium coli anindolicum und anaërogenes zeigen, dass wir noch nicht berechtigt sind, aufgefundene Bacterien für Typhusbacillen zu halten, wenn Form, Wachsthumserscheinungen auf den verschiedenen Nährböden und Ausfall der Indolprobe, **oder** Verhalten in traubenzuckerhaltigen Nährböden dieselben sind, sondern nur der exakte Nachweis, dass alle Eigenschaften des Typhusbacillus zusammen vorhanden sind, lassen den Schluss zu, dass die vorliegenden Bacterien Typhusbacillen sein können. Somit dürfte die vorliegende Arbeit das Verdienst für sich in Anspruch nehmen, die bacteriologische Typhusdiagnose genauer zu präcisiren, beigetragen zu haben.

Berichtigung zu meiner Arbeit „Beitrag zur Bacterienflora des Darms“ in Band XXVI dieses Archivs.

Von

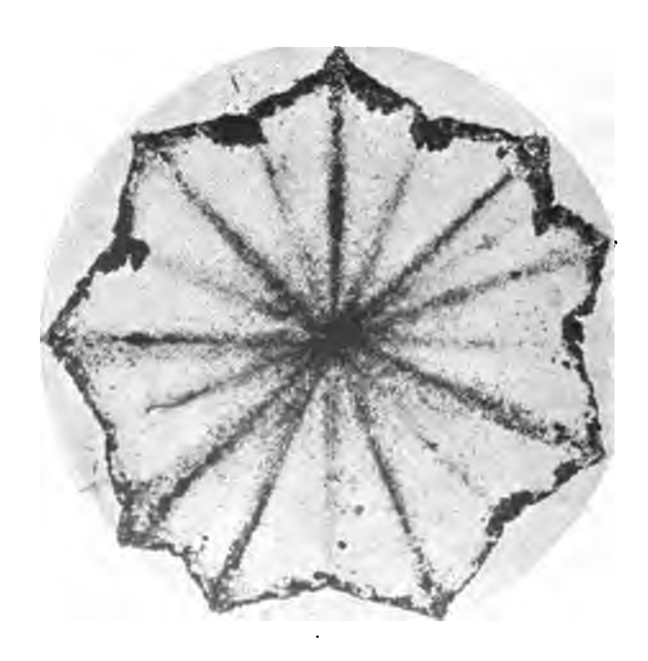
Dr. **W. Lembke**
in Berlin.

In meiner Arbeit „Beitrag zur Bacterienflora des Darms“ findet sich auf S. 299 die Angabe, dass das Bacterium coli anaërogenes in Traubenzuckerbouillon kein Gas, in Milchzuckerbouillon dagegen Gas entwickelt. Diese Angabe beruht auf einem Versehen bei der Abfassung der Arbeit. Die genannte Bacterienart verhält sich, wie ich dies gleich von Anfang an festgestellt habe, Traubenzuckerbouillon und Milchzuckerbouillon gegenüber ganz gleich: In beiden Nährböden wird kräftig Säure gebildet, aber kein Gas.





5 mg Russ.



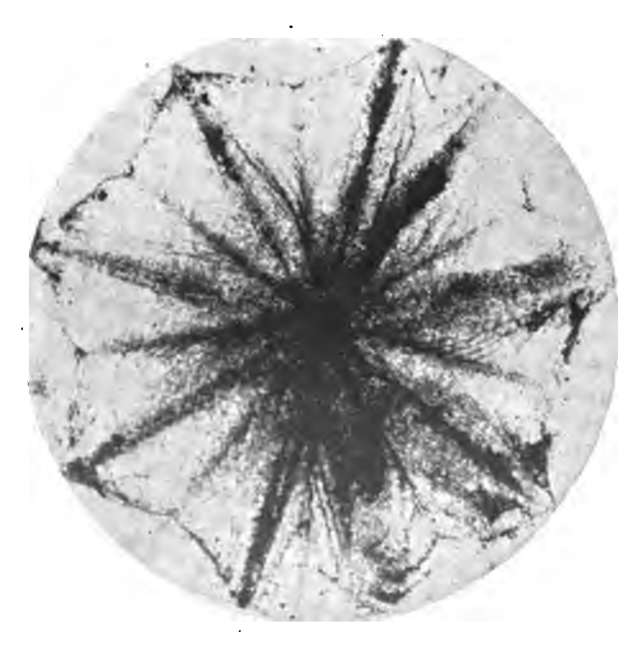
20 mg Russ.

Druck und Verlag von R. Oldenbourg,
München und Leipzig.

Photographie von Dr. Heim,
verkleinert 1 : 0,75.



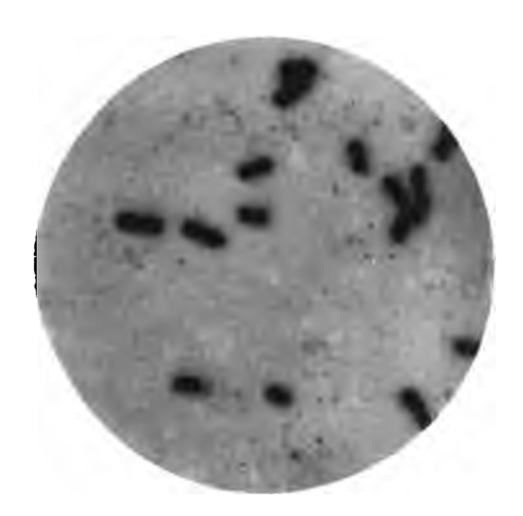
35 mg Russ.



50 mg Russ.

Druck und Verlag von R. Oldenbourg, München und Leipzig.

Photographie von Dr. Heim, verkleinert 1 : 0,75.



Nr. II. Bacterium coli anaërogenes.



Nr. III. Bacterium coli commune.

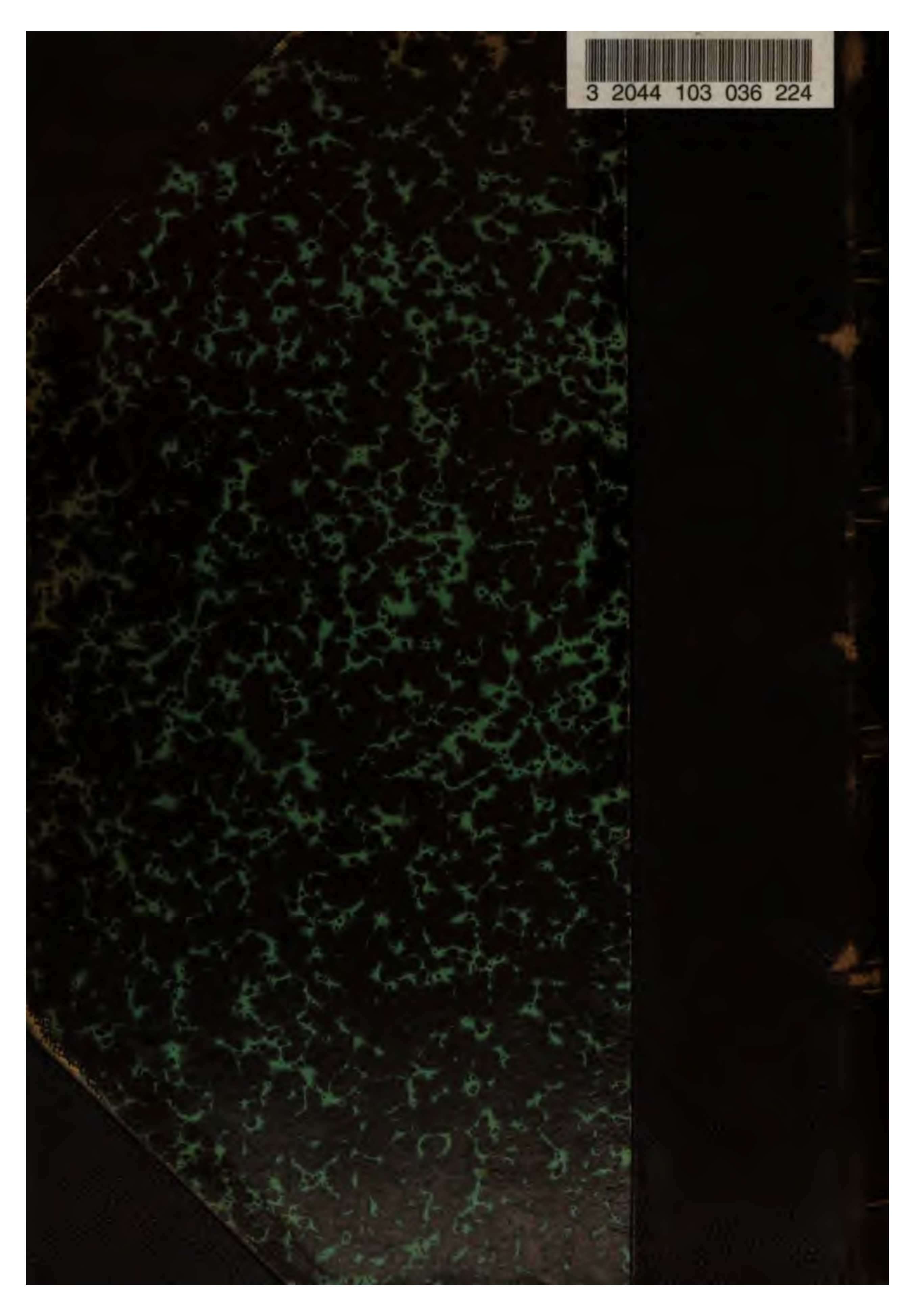


Nr. I. Bacterium coli anindolicum.



Nr. IV. Lungenschnitt einer Maus, welche nach subcutaner Injection von 0,2 ccm einer Bouilloncultur von Bacterium coli anaërogenes gestorben war.

Verlag von R. Oldenbourg, München und Leipzig.


3 2044 103 036 224